

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
CURSO DE NUTRIÇÃO

VINICIUS MOI MIOTTO

**USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA:
ASPECTOS NUTRICIONAIS E SOCIOAMBIENTAIS**

Uberlândia

2023

VINICIUS MOI MIOTTO

**APLICAÇÃO DE INSETOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS:
EFEITOS NUTRICIONAIS E SOCIOAMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Medicina da
Universidade Federal de Uberlândia
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Nutrição

Área de concentração: Nutrição

Orientadora: Flávia Souza Almeida
Coorientadora: Vivian Consuelo Reolon
Schmidt

Uberlândia

2023

Dedico este trabalho aos
meus pais, pelo estímulo,
carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às professoras e amigas Flávia Souza Almeida e Vivian Consuelo Reolon Schmidt pelo incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

Aos colegas Aila Vitória de Oliveira, Ana Beatriz Moi Miotto e Guilherme Henrique Bueno Mange, agradeço o companheirismo.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida durante os anos do curso.

“Nós poderemos aprender aquilo que ainda não compreendemos. Nós não sabemos apenas destruir o mundo velho, nós sabemos também construir um mundo novo.”

(ZEDONG, 1949)

RESUMO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), até 2050, a população residente na Terra será superior a 9,7 bilhões, o que, conseqüentemente, aumentará a necessidade de maior produção de alimentos através de um modo de produção com maior custo-benefício ambiental. Neste contexto, os insetos comestíveis são uma boa alternativa para a alimentação da população, pois apresentam um diversificado valor nutricional, variando em decorrência da espécie, dos estágios de desenvolvimento, da dieta e do modo de preparo do animal, sendo uma excelente fonte de proteínas e micronutrientes (a exemplo das espécies *Apis mellifera* e *Holotrichia parallela*, que possuem quantidades significativas de potássio, fósforo, ferro, zinco, manganês e cobre); e seu modo de produção em grande escala para consumo humano que possui menor emissão de carbono e menor consumo de água, alimento e área de terra dedicada se comparado com a produção de proteína convencional. Estima-se que haja cerca de 10 milhões de espécies de insetos no planeta, contudo, apenas 1 milhão foi catalogada e apenas 2 mil são consideradas comestíveis, demonstrando a necessidade de maior investimento em pesquisa nesse tema. Porém, a antropofagia, ou seja, o consumo de insetos pelo ser humano, ainda sofre com preconceito por ser considerada prática de povos primitivos e os insetos ainda são vistos como vetores de doenças, apesar de, apenas no Brasil, haver pelo menos 100 espécies comestíveis conhecidas, que podem ter sua farinha adicionada tanto em produtos açucarados, como pirulitos, brownies e cookies, quanto em produtos salgados, como macarrão e chips de diversos sabores. Além disso, o Brasil carece de legislações exclusivas para a criação, produção e comercialização de insetos para consumo humano. Neste contexto, este trabalho objetiva reunir as informações mais atuais relativas aos produtores e ao consumo dos insetos como fonte alternativa de nutrientes, bem como suas aplicações na culinária, sua presença como produto derivado e/ou animais inteiros, como ingredientes de preparações, além dos desafios acerca de sua utilização na alimentação, as legislações relativas ao tema vigentes no Brasil e no mundo, e os impactos econômicos e socioambientais.

Palavras-chave: Inseto comestível. Proteína alternativa. Economia. Nutrição alternativa. Social. Revisão.

ABSTRACT

According to the United Nations (UN), by 2050, the population residing on Earth will exceed 9.7 billion, which will consequently increase the need for greater food production through a more environmental cost-effective mode of production. In this context, edible insects are a good alternative for feeding the population, as they have a diverse nutritional value, varying depending on the species, stages of development, diet and method of preparing the animal, being an excellent source of proteins and micronutrients (such as the species *Apis mellifera* and *Holotrichia parallela*, which have significant amounts of potassium, phosphorus, iron, zinc, manganese and copper). Moreover, its large-scale production for human consumption has lower carbon emissions and lower water consumption, food and dedicated land area compared to conventional protein production. It is estimated that there are around 10 million species of insects on the planet, however, only 1 million have been cataloged and only 2,000 are considered edible, demonstrating the need for greater investment in research on this topic. However, anthropoentomophagy, the consumption of insects by humans, still suffers from prejudice because it is considered a practice of primitive people and insects are still seen as vectors of diseases, despite the fact that, in Brazil alone, there are at least 100 known edible species, which can have its flour added to sugary products such as lollipops, brownies and cookies, as well as savory products, such as pasta and chips of different flavors. Furthermore, Brazil lacks exclusive legislation for the breeding, production and commercialization of insects for human consumption. In this context, this work aims to bring together the most current information regarding the producers and consumption of insects as an alternative source of nutrients, as well as their applications in cooking, their presence as a derivative product and/or whole animals, as ingredients in preparations, in addition to the challenges surrounding its use in food, the legislation relating to the topic in force in Brazil and around the world, and the economic and socio-environmental impacts.

Keywords: Edible insect. Alternative protein. Economy. Alternative nutrition. Social. Review.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. METODOLOGIA.....	11
3. Insetos comestíveis mais comuns e seus aspectos nutricionais.....	12
3.1. Macro e micronutrientes presentes nos insetos	14
3.1.1 Proteínas	14
3.1.3 Carboidratos e Quitina.....	17
4. Benefícios à saúde	32
4.1. Antioxidante	32
4.2. Anti-inflamatório	33
4.3. Protetor de doenças cardiovasculares	34
4.4. Ação antibacteriana	35
5. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS PROMOVIDOS PELO CONSUMO DE INSETOS.....	36
5.1. Valorização cultural das culturas que já consomem insetos.....	38
6. Desafios Socioambientais relacionados ao consumo de insetos	39
6.1 Toxicologia e alergias.....	39
6.2. Absorção de metais pesados	40
6.3 Aceitação do consumidor	41
6.4 Legislação.....	42
7. APLICAÇÃO na alimentação	43
8. CONCLUSÃO	49

1. INTRODUÇÃO

A cada ano que passa demandamos mais do planeta terra, seja em recursos ou em áreas para cultivo, além do espaço requerido para a criação de animais. A população mundial é estimada em mais de 8 bilhões para 2024 e cerca de 9,7 bilhões para 2050, aumentando, conseqüentemente, a demanda por alimentos (SAATH; FACHINELLO, 2018). Portanto, faz-se necessária uma reavaliação do consumo, demanda e oferta alimentares, para que possamos suprir as necessidades cada vez maiores da população crescente.

A disponibilidade de terra para agricultura aumentou em 20 anos (desde o início do século 21 até o ano de 2022) cerca de 10% da sua área total de 1,1 bilhões de hectares, que precisou de cerca de 8.000 anos para tornar-se agricultável (HANSON et al., 2022). A produção de carne vigente atualmente demanda grandes áreas de terra e recursos, tal como é evidenciado principalmente pela carne bovina, que chega a ocupar aproximadamente 7,6% do território brasileiro (UMBERLÂNDIACABRAL, 2020) e requer cerca de 7,4 litros de água por kg corporal por dia, a depender da espécie (CESAR PALHARES, 2013), sendo o Brasil o terceiro país que mais produz carne no mundo, considerando-se a produção bovina, de aves e de suínos (MORAES; FERNANDES, 2018). De 1960 a 2017, a produção de carne no mundo aumentou em quase cinco vezes a sua produção anual (GUARALDO, 2021).

Contudo, apenas 37% da área agricultável utilizada atualmente é voltada para a produção alimentícia que será consumida no próprio país, indicando um uso majoritário da terra para plantio visando exportação, uso industrial entre outros (RAY et al., 2022). Tal indicativo reforça o caráter contraditório do capitalismo, em que há aumento da produção alimentícia e geração de renda, contudo, concentrados nas mãos de poucos, através do condicionamento do acesso ao alimento à renda da pessoa (GUEDES VILAS BOAS, 2014). É importante mencionar que a distribuição alimentar equânime e o acesso aos alimentos são tão importantes quanto a área produtiva.

Uma alternativa para alimentação, atualmente, é a criação de insetos, que apresenta alta eficiência de conversão alimentar - consomem apenas 2 kg de ração para cada 1 kg de proteína retornada (NAIME, 2019). Ainda, há cerca de 1 milhão de espécies de insetos conhecidas pelos humanos, atualmente, 80,5% da biodiversidade conhecida pelo mundo, sendo o número real estimado entre 2 e 10 milhões (AMORIM, 2023; DELECAVE, 2021). Contudo, os insetos por muitas vezes são estigmatizados como

sinônimo de incômodo ou de vetores de doenças, principalmente pela sociedade ocidental (COSTA-NETO, 2015). Desta forma, o real potencial nutricional dos insetos ainda é desconhecido, apesar de 113 países apresentarem a entomofagia, ou seja, consumo de insetos para a alimentação, como prática tradicional, a exemplo das populações africanas, da América Latina, e da Ásia (BARENNE; PHIMMASANE; RAJAONARIVO, 2015; KOUŘIMSKÁ; ADÁMKOVÁ, 2016), podendo ser expandido para o consumidor geral através de pesquisa e divulgação dos seus benefícios.

De acordo com o banco de dados *Scopus*, as publicações de artigos com o tema “*edible insects*” tiveram um crescimento substancial a partir do ano de 2012, sendo cerca de 370 documentos apenas em 2021 (Figura 1a). Essa área de pesquisa está crescendo também no Brasil, sendo ele o 15º no ranking de países que mais publicam sobre o tema, demonstrando, até o presente ano, um total de 73 artigos publicados (Figura 1b).

Devido à grande diversidade de espécies, os insetos possuem variações consideráveis nas quantidades de proteína e lipídios, também sendo ricos em vitaminas e minerais. Tal como previamente revisado (COSTA-NETO, 2015), certas espécies de formigas, como a *Atta cephalotes L.* ou a *Oecophylla smaragdina* (formiga-tecelã), podem conter de 40% até 70% de proteína, comparados com 23% em frangos e 20% na carne bovina (TACO, 2011). Ainda, insetos como a lagarta da mariposa *Gonimbrasia belina* podem conter elevado teor de ferro (31-77 mg/100 g), enquanto espécies como a larva do Escaravelho-vermelho (*Rhynchophorus phoenicis*) são ricas em zinco (26,5 mg/100 g), mineral importante para o desenvolvimento infantil (KOUŘIMSKÁ; ADÁMKOVÁ, 2016).

Outros benefícios podem ainda ser atrelados ao consumo de insetos, como ação antioxidante (EGONYU et al., 2021; LE et al., 2020; LIU et al., 2012; LU et al., 2022; ZHANG et al., 2022), inibição de lipase (ZHANG et al., 2022), ação antibacteriana, antifúngica e anti-inflamatória (CONTE et al., 2021; MEHDI et al., 2021), entre outras, que justificam o consumo de insetos não apenas pela qualidade nutricional, mas também pelos seus benefícios à saúde.

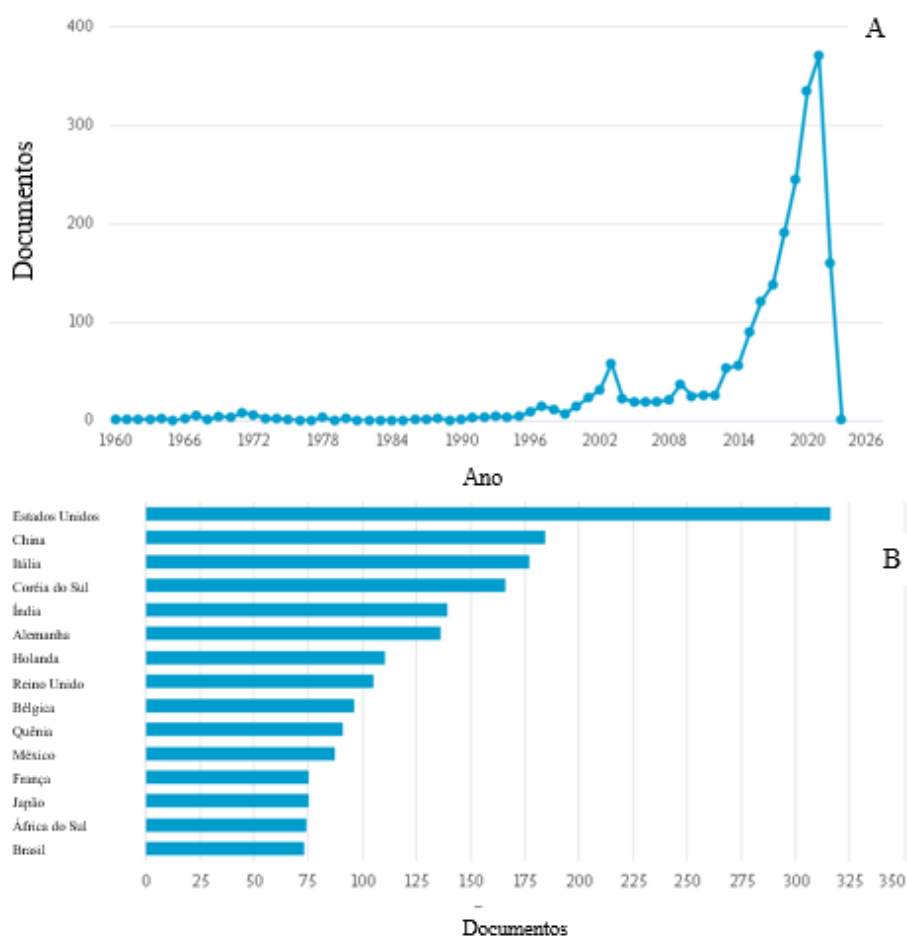
Segundo a GLOBAL MARKET INSIGHTS (2020), o mercado de insetos comestíveis ultrapassará US \$710 milhões em meados de 2024, associando tal crescimento ao aumento da demanda por fontes alimentares ricas em proteínas e baixo custo de produção. Portanto, com o devido investimento, é possível aumentar a circulação de capital no setor, alavancando-se a criação de empregos em áreas diversificadas desde a criação para consumo humano até segmentos derivados, como a nutrição animal, o

desenvolvimento de cosméticos e o desenvolvimento de medicamentos e suplementos alimentares.

Apesar das vantagens e benefícios atrelados ao consumo de insetos, há também uma preocupação relacionada à sua segurança. Estudos mostram que potenciais fatores de risco endógenos e exógenos podem estar atrelados ao consumo de insetos, como acúmulo de metais pesados (ZHANG et al., 2009), potencial alergênico (MUREFU et al., 2019), resíduos de pesticidas (GAO et al., 2014; HARDY et al., 2015), micotoxinas (SIMPANYA; ALLOTEY; MPUCHANE, 2000; VAN DER FELLS-KLERX et al., 2018), fatores antinutricionais (EKOP; AND AKPAN, 2010; MUREFU et al., 2019), microrganismos patogênicos (EKOP; AND AKPAN, 2010; MUREFU et al., 2019; SSEPUUYA et al., 2019) e parasitas (JONG-YIL et al., 2009), o que dificulta a incorporação de insetos no setor alimentício e salienta a necessidade de pesquisas aprofundadas sobre o tema.

Este trabalho objetivou fazer uma revisão bibliográfica narrativa sobre o consumo dos insetos como fonte alternativa de nutrientes, evidenciando-se as espécies mais consumidas e suas respectivas qualidades nutricionais e benefícios à saúde. Pesquisou-se, também, as atuais aplicações dos insetos inteiros ou sua fase manufaturada na culinária e indústria de alimentos. Além disso, os desafios acerca de sua aceitação na alimentação, as legislações relativas ao tema no Brasil e no mundo, e os impactos econômicos e socioambientais também foram levados em consideração.

Figura 1: (a) Número de artigos científicos publicados sobre “*edible insects*” desde 1940 até 2022 e (b) gráfico comparativo da quantidade de publicações sobre “*edible insects*” por país, de acordo com a plataforma Scopus (Scopus, 2022).



Fonte: Reprodução dos dados coletados no banco de dados Scopus.

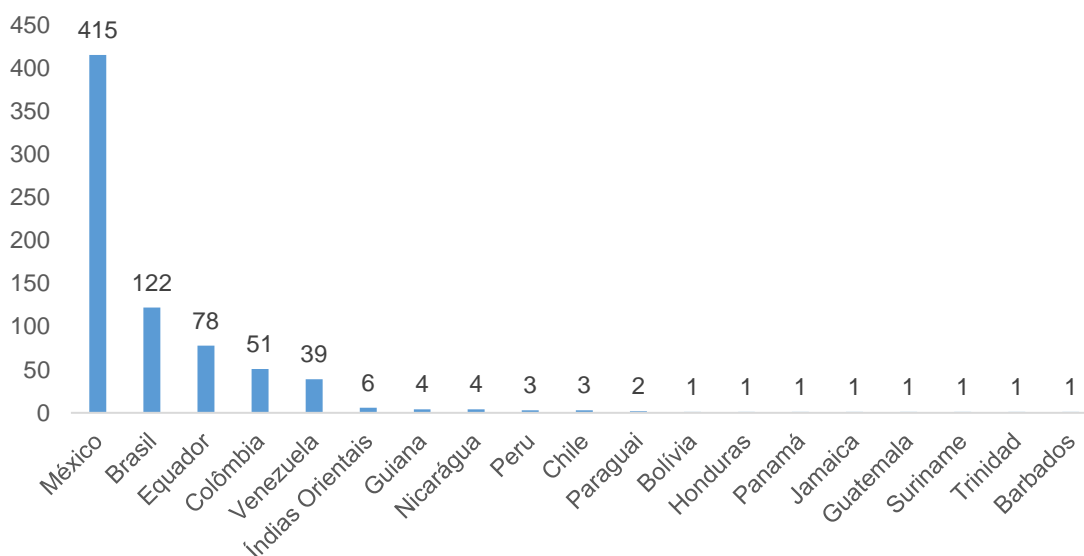
2. METODOLOGIA

Para a revisão narrativa, foram considerados artigos datados a partir do ano 2000 e com a temática de consumo e aplicação alimentar de insetos comestíveis. A pesquisa foi realizada nos bancos de dados *Google Academic*; *Scopus*; *PubMed*, *Scielo*, além do site da organização não governamental The Good Food Institute (GFI), utilizando as palavras-chave *alternative proteins*, *edible insect*, *health benefits*, *nutrients* e insetos comestíveis.

3. INSETOS COMESTÍVEIS MAIS COMUNS E SEUS ASPECTOS NUTRICIONAIS

Estima-se que, atualmente, cerca de duas mil espécies de insetos sejam utilizadas como alimento em mais de 80 países em todo o mundo (ZIELIŃSKA et al., 2015). Em uma pesquisa realizada em 2014, com países da América Latina, 97% das espécies de insetos comestíveis conhecidas até então estavam presentes no México (57%), Brasil (17%), Equador (11%), Colômbia (7%) e Venezuela (5%) (Figura 2). Dentre esses países, destacam-se as seguintes espécies, respectivamente: *Sphenarium purpurascens* (chapulín); *Atta laevigata* (formiga saúva); *Rhynchophorus palmarum* (chontacuro); *Atta* (formiga tanajura); e *Rhynchophorus palmarum* (larva do escaravelho-vermelho) (JONGEMA, 2014).

Figura 2: Número de espécies de insetos comestíveis registrados em países da América Latina.



Fonte: Adaptado de Jongema (2014).

A Tabela 1 ilustra o número de espécies por grupos conhecidos até o ano de 2014 e o nome das principais espécies consumíveis de cada grupo, sendo a expressiva maioria da ordem dos besouros Coleoptera, com cerca de 659 espécies ao todo, seguido das lagartas (362), além das formigas, abelhas e vespas (321). Tais espécies são reportadas por serem comumente consumidas em países do continente asiático, como China e Coreia

do Sul (*Holotrichia parallela*, *Polyrhachis vicina*, *Apis mellífera* e *Vespa velutina nigrithorax*) (BHUL Aidok et al., 2010; Conte et al., 2021; Jeong et al., 2020; Le et al., 2020; Liu et al., 2012; Shen et al., 2006; Yang et al., 2014; Zhang et al., 2022) e países do continente africano, como a Angola (*Imbrasia epimethea*) (Fogang MBA et al., 2019). O consumo varia conforme a cultura, porém, se dá geralmente pela ingestão do animal na forma inteira ou em pratos preparados como farofa de içá e chapulin (*Sphenarium purpurascens*) com sal, limão e pimenta acompanhado de tortilha.

Tabela 1: Número de espécies de insetos comestíveis registradas por grupos conhecidos e suas principais espécies.

Grupos	Nº de espécies de insetos	Exemplos de espécies mais comuns
Besouros	659	<i>Holotrichia parallela</i> – Adulta
Lagartas	362	<i>Imbrasia epimethea</i> - Larva / <i>Polyrhachis vicina</i> – Adulta
Formigas, abelhas e vespas	321	<i>Apis mellifera</i> – Larva / <i>Vespa velutina nigrithorax</i> – Larva
Gafanhotos e Locustas	278	<i>Gryllus assimilis</i> - Adulto / <i>Schistocerca gregaria</i> - Adulto
“Insetos verdadeiros” (Hemiptera)	237	<i>Encosternum delegorguei</i> - Adulto
Libélula	61	<i>Pantala sp.</i> - Ninfa
Cupins	59	<i>Macrotermes bellicosus</i> - Adulto
Moscas	37	<i>Hermetia illucens L.</i> - Larva
Baratas	37	<i>Blaberus craniifer</i> – Ninfa grande
Aranhas	15	<i>Theraphosa blondi</i> - Adulto
Outros	45	<i>Tenebrio molitor</i> – Larva
Total	2111	

Fonte: Adaptado de Jongema (2017).

3.1. MACRO E MICRONUTRIENTES PRESENTES NOS INSETOS

3.1.1 Proteínas

As proteínas são componentes alimentares fundamentais, formadas pela combinação de aminoácidos que apresentam distintas funções no organismo humano. Por exemplo, são responsáveis pela construção e manutenção de tecidos no corpo (glicoproteínas e proteínas receptoras); atuam como catalizadores, por meio de enzimas; como hormônios (tiroxina, ácido indol acético); reguladores da glicemia (insulina e glucagon); neurotransmissores; fatores de movimento (actina e miosina) (MOTTA, 2011); formação de anticorpos (imunoglobulinas IgM, IgA e IgG) (COICO; SUNSHINE, 2009; MOTTA, 2011); além de regularem processos metabólicos, como a homeostasia e

o equilíbrio ácido-básico, participando no transporte de triacilgliceróis, colesterol, fosfolípidios, vitaminas lipossolúveis e alguns minerais (NELSON; COX, 2019). Em casos de falta de carboidratos e lipídios, as proteínas também podem atuar como fonte principal de produção de energia, fornecendo 4 kcal/g (SILVERTHORN, 2016).

Os aminoácidos que compõem as proteínas são diversos, contudo são divididos principalmente em dois grupos: essenciais e não essenciais. Os aminoácidos essenciais não podem ser sintetizados pelo organismo, ou seja, devem ser consumidos através da alimentação. Portanto, faz-se importante o consumo mínimo recomendado tanto de proteínas quanto dos aminoácidos essenciais para o pleno funcionamento do corpo humano, sendo 0,8 g/kg corporal/ dia de proteínas, para pessoas maiores de 18 anos. Já para os aminoácidos, recomenda-se 25 mg/g para isoleucina, 55 mg/g para leucina, 51 mg/g para lisina, 25 mg/g para metionina + cisteína (SAA), 47 mg/g para fenilalanina + tirosina, 27 mg/g para treonina, 7 mg/g para triptofano, 32 mg/g para valina e 8 mg/g para histidina, para faixas etárias acima de 1 ano de idade (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006).

Embora o consumo de fontes proteicas a base de leguminosas como grão de bico, ervilha e lentilha (17 a 23,5% de proteínas) e de carnes animais como aves, suínos e bovinos (~20% de proteínas) tenha sido explorado tradicionalmente para suprir as necessidades diárias desse macronutriente na alimentação, os insetos comestíveis podem também ser boas fontes de proteínas alimentares. Eles são capazes de contribuir para a segurança alimentar das populações, como observado na Tabela 2, que demonstra que as espécies *Schistocerca gregaria*, *Imbrasia epimethea* (lagarta sem entranhas) e *Holotrichia paralela* (besouro adulto) podem apresentar até 76, 73 e 70,6 g de proteína/100g de base seca, respectivamente, dessa forma, possuindo até 4 vezes mais proteína em comparação às fontes convencionais (carnes bovinas, suínas e de aves).

Dentre os artigos avaliados sobre as espécies presentes nessa revisão, o perfil de aminoácidos estudado demonstra que a metionina foi o aminoácido limitante mais frequentemente observado. Porém, a *Holotrichia paralela* possui a treonina (YANG et al., 2014) e a *Polyrhachis vicina* possui a metionina, a cisteína e a lisina como aminoácidos limitantes (SHEN et al., 2006). Não foram determinados o triptofano, a cisteína e a metionina para a *Apis mellifera* (GHOSH et al., 2020, 2021) e o triptofano para o *Macrotermes bellicosus* (ATOWA et al., 2021). As espécies *Encosternum delegorguei* (TEFFO; TOMS; ELOFF, 2007) e *Pantala sp.* apresentaram todos os aminoácidos essenciais (WITWISITPONG; TAENG ON, 2021).

3.1.2 Lipídios

Considerando-se a composição lipídica dos insetos comestíveis, percebe-se que, dependendo da espécie, os lipídeos podem representar mais de 40% da composição nutricional, a exemplo das espécies *Encosternum delegorguei* (“insetos verdadeiros” adultos), com 50,5 g/100 g; a *Blaberus craniifer* (ninfas grandes de baratas), com 42,3 g/100 g (Tabela 2). Ainda, as quantidades de ácidos graxos saturados e poli-insaturados podem variar conforme o estágio de desenvolvimento dos insetos (KOUŘIMSKÁ; ADÁMKOVÁ, 2016). Por exemplo, a espécie *Blaberus craniifer* contém menores quantidades de ácidos graxos saturados e poli-insaturados em sua fase adulta (KULMA et al., 2020). Por outro lado, a *Hermetia illucens* (larva de moscas ou *black soldier fly*), que possui cerca de 28,4 g lipídeos/100 g de inseto, apresenta os maiores picos de ácido linoleico e alfa-linolênico, 31,4% e 1,6%, respectivamente, no 6º dia de desenvolvimento larval (LIU et al., 2017). Os lipídios são moléculas orgânicas formadas por carbono e hidrogênio que fornecem cerca de 9 kcal/g (SILVERTHORN, 2016). A maior parte deles é obtida via alimentação, cerca de 98%, via ingestão de triglicerídeos, que são compostos de uma molécula de glicerol esterificada com três moléculas de ácido graxo (CARDOSO; SCAGLIUSI, 2019; NELSON; COX, 2019).

Os ácidos graxos são os principais componentes dos triglicerídeos e são divididos em saturados, cis monoinsaturados e poliinsaturados e ácidos graxos *trans* (CARDOSO; SCAGLIUSI, 2019). Os ácidos graxos podem ser considerados não essenciais, ou seja, são sintetizados pelo corpo, ou essenciais como os cis poli-insaturados linoleico (n-6) e alfa-linolênico (n-3), que, portanto, são obtidos apenas através da dieta. Ácidos graxos essenciais são precursores de prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos e possuem ação estrutural nas membranas de tecido nervoso, respectivamente (MOTTA, 2011). Por outro lado, os ácidos graxos saturados possuem funções estruturais e metabólicas (NELSON; COX, 2019). Contudo, há estudos que associam o consumo de ácidos graxos saturados e o aumento de LDL (*Low Density Lipoproteins*) e colesterol, assim, aumentando o risco de doenças cardíacas (PENSON; PIRRO; BANACH, 2020; SCHWAB et al., 2014).

Não há um valor em gramas/dia recomendado, segundo a RDA (*Recommended Dietary Allowance*), para o consumo de lipídeos. Contudo, recomenda-se que, do aporte calórico total ingerido no dia, entre 30 e 40% sejam provenientes do consumo de lipídios, para crianças acima de 4 anos e adultos (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006).

Com exceção da espécie *Theraphosa blondi* (JESÚS et al., 2017), todas as espécies descritas na Tabela 2 apresentaram estudos relativos à qualidade dos ácidos graxos. O ácido graxo essencial presente em grandes quantidades na maioria dos estudos foi o ácido linoleico. As espécies *Pantala sp.* (WITWISITPONG; TAENG ON, 2021) e *Blaberus craniifer* (KULMA et al., 2020) foram as únicas que apresentaram maiores quantidades de ácidos graxos saturados em comparação com ácidos graxos insaturados.

3.1.3 Carboidratos e Quitina

Os insetos também possuem quantidades significativas de carboidratos (glicídios ou sacarídeos), tanto em forma de glicogênio (como fonte de energia) (MOTTA, 2011), quanto em forma de quitina (componente de exoesqueletos como casca de camarão, caranguejo e lagostas, que não estão presentes em carnes de aves, bovinos e suínos) (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2016).

Os carboidratos, em geral, possuem a fórmula empírica de $(CH_2O)_n$, mas podem conter nitrogênio, fósforo ou enxofre (NELSON; COX, 2019) e são classificados de acordo com as unidades de poli-hidroxialdeído ou poli-hidroxiacetona que possuem, podendo ser monossacarídeos (uma unidade), dissacarídeos (duas unidades), oligossacarídeos (polímeros com 2 a 10 unidades) ou polissacarídeos (polímeros com mais de 10 unidades) (MOTTA, 2011; OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006). A principal função dos carboidratos é energética, fornecendo 4 kcal/g (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006; SILVERTHORN, 2016), entretanto, possui também função estrutural, sendo componente da parede celular vegetal (em forma de celulose) (BRESINSKY et al., 2012) e da carapaça de artrópodes (em forma de quitina) (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2016). O consumo diário de carboidrato recomendado é de 130 g, em qualquer estágio da vida e o consumo adequado de fibras totais, visando proteção contra doenças coronárias, é de 14 g a cada 1000 kcal ingeridas por dia, em qualquer estágio da vida (HE et al., 2022; OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006).

Nos insetos, o glicogênio é utilizado como forma de armazenar monossacarídeos, que são utilizados como fonte de energia, já a quitina, possui função estrutural (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2016). A quitina pode atuar como fibra alimentar para o corpo humano, apesar de ser parcialmente digerível pela quitinase presente no suco gástrico (ACOSTA-ESTRADA et al., 2021). Contudo, por não ser costumeiramente digerível pelo organismo humano, devido à presença da enzima quitinase em sua forma

inativa, atua como “fibra insolúvel animal”. Porém, em consumidores frequentes, foi detectada a presença da quitinase ativa. Contudo, a presença de quitina pode apresentar papel tanto benéfico quanto maléfico para os consumidores, pois apresenta propriedades antimicrobianas, imunológicas e antitumorais, ao mesmo tempo em que pode ativar processos alérgicos ou diminuí-los (OJHA et al., 2021).

Estudos da Universidade de Wisconsin-Madison, nos EUA, descrevem que o consumo de insetos pode estar ligado ao aumento do número da bactéria *Bifidobacterium animalis* na microbiota intestinal, devido à presença da quitina, podendo inibir alguns agentes patológicos (TUNES, 2020).

O consumo de fibras alimentares é importante, pois possui diversos efeitos fisiológicos. Na boca, a fibra aumenta o tempo de mastigação e o volume alimentar, enquanto diminui o esvaziamento gástrico, permitindo uma sensação de saciedade por mais tempo (CARDOSO; SCAGLIUSI, 2019). No trato gastrintestinal, as fibras solúveis possuem como característica a formação de géis que, quando consumidas juntamente com carboidratos, aumentam sua viscosidade, conseqüentemente, diminuindo a velocidade de absorção da glicose e o pico de insulina (SARMENTO; BERNAUD; RODRIGUES, 2013). Ainda, tem-se também a elevação da excreção fecal de ácidos biliares, que são formados a partir do colesterol sérico, ou seja, há um estímulo da captação de colesterol circulante para a produção de ácido biliar (LAJOLO et al., 2001). Já as fibras insolúveis contribuem para a formação e aumento do volume do bolo fecal. Portanto, quando seu consumo está associado com uma hidratação apropriada, as fibras insolúveis atuam na diminuição da pressão da luz do cólon, aumentando o fluxo do trânsito intestinal. Contudo, seu consumo excessivo está relacionado com a diminuição da absorção de nutrientes como cálcio, ferro e zinco (CARDOSO; SCAGLIUSI, 2019).

Segundo a Tabela 2, as espécies com maiores teores de carboidratos são a *Apis mellifera* (larva de abelha) (BAMIDELE et al., 2021), a *Vespa velutina nigrithorax* (larva de vespa) (JEONG et al., 2020) e a *Theraphosa blondi* (aranha) (JESÚS et al., 2017), com composição média, em peso seco, de 31,7 g/100g, 32,31 g/100g e 22,01g/100g, respectivamente. Com relação à quitina, observou-se que muitos estudos não fizeram distinção entre quitina e carboidrato em suas análises, sendo assim, não foi possível estabelecer as quantidades de quitina para certas espécies. Tal fato pode ser explicado por uma possível preferência dos pesquisadores em manter o foco das pesquisas no conteúdo proteico. No entanto, para as espécies as quais as quantidades de quitina foram

apresentadas, podemos identificar uma grande variação de composição, desde 2,14 g/100g (*Apis mellifera*) até 25,4-26,4 (*Polyrhachis vicina*) (a depender do estudo).

Tabela 2: Macronutrientes presentes em base seca de diferentes espécies de insetos comestíveis, com os respectivos benefícios à saúde.

Espécie	Proteínas (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Quitina ou fibra (g/100g)	Benefícios à saúde	Origem	Referências
Grão de bico, cru, (<i>Cicer arietinum</i> L.)	21	5,46	43,1	16,7	Alívio de doenças crônicas (diabetes, pressão arterial e câncer)	Brasil	(UNICAMP, 2011)/ (MATHEW; SHAKAPPA, 2022)
Lentilha, crua, (<i>Lens culinaris</i>)	23,5	1,46	42,3	18,7	Atuação como prébiótico	Brasil	(UNICAMP, 2011) / (JOHNSON et al., 2021)
Ervilha, grão, seca, partida, crua, (<i>Pisum sativum</i> L.)	17,1	1,33	68,5	9,72	Ação anticâncer, propriedades imunomodulador, efeitos anti-hipertensivos e antioxidantes (in vitro)	Brasil	(UNICAMP, 2011) / (ROY; BOYE; SIMPSON, 2010)
Aves (<i>Gallus gallus</i> , média de diversos cortes)	18,7	8,21	0,81	-	-	Brasil	(UNICAMP, 2011)
Bovinos (<i>Bos taurus</i> , média de diversos cortes)	21	7,82	0,19	-	-	Brasil	(UNICAMP, 2011)
Suínos (<i>Sus ssp.</i> , média de diversos cortes)	19,8	11,1	1,5	-	-	Brasil	(UNICAMP, 2011)

Tabela 2: Macronutrientes presentes em diferentes espécies de insetos comestíveis, com os respectivos benefícios à saúde (Continuação).

Espécie	Proteínas (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Quitina ou fibra (g/100g)	Benefícios à saúde	Origem	Referências
<i>Apis mellifera</i> (Abelha) - Adulto	7,43 - 67	2,84 - 3	6,74 – 56,7	2,14	Ação antioxidante, citotóxica, antibacteriana e antifúngica, anti-inflamatória e hemolítica.	Nigeria/ Coreia/ Itália	(BAMIDELE et al., 2021; CONTE et al., 2021; GHOSH et al., 2020; MEHDI et al., 2021)
<i>Blaberus craniifer</i> (Baratas) – Ninfa Grande	43,9	42,3	n/d	6,5	-	República Tcheca	(KULMA et al., 2020)
<i>Encosternum delegorguei</i> ("Insetos verdadeiros" - Hemiptera) - Adulto	35,2	50,5	7,63	n/d	-	África do Sul	(TEFFO; TOMS; ELOFF, 2007)
<i>Gryllus assimilis</i> (Gafanhotos) - Adulto	63,1 - 65,5	21,8 – 26,5	8,6	6,01 ¹	Atividade antidiabética e anti-hipertensiva	Brasil	(ARAÚJO et al., 2019; DE MATOS et al., 2022; RIBEIRO; ARAÚJO, 2019)
<i>Hermetia illucens L.</i> (Black Soldier fly) - Larva	39,2	28,4	n/d	n/d	Peptídeos bioativos e atividade antioxidante	China	(LIU et al., 2017; LU et al., 2022)

Tabela 2: Macronutrientes presentes em diferentes espécies de insetos comestíveis, com os respectivos benefícios à saúde (Continuação).

Espécie	Proteínas (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Quitina ou fibra (g/100g)	Benefícios à saúde	Origem	Referências
<i>Holotrichia parallela</i> (Besouro) – Adulta	70,6	3,76	6,04	10,47	Ação antioxidante	China	(LIU et al., 2012; YANG et al., 2014)
<i>Imbrasia epimethea</i> (Lagartas) - Larva sem entranhas	68,6 - 73,1	5,9 - 22,8	5,3	n/d	-	Angola/ Camarões	(FOGANG MBA et al., 2019; LAUTENSCHLÄGER et al., 2017)
<i>Macrotermes bellicosus</i> (Cupim)	68,2	8,29	4,82 ²	n/d	Atividade antibacteriana, anti-inflamatória e antiespasmolítica	Nigeria	(ATOWA et al., 2021; HAMMOUD MAHDI et al., 2020a, 2020b)
<i>Pantala</i> sp. (Libélula) - Ninfa	45,1	4,93	9,6	n/d	Atividade antibacteriana. Diminuição do colesterol plasmático.	Tailândia	(SHAO et al., 2015; WITWISITPONG; TAENG ON, 2021)
<i>Polyrhachis vicina</i> (Formiga) - Adulta	31,5 - 56,6	9 – 15,9	n/d	25,4 – 26,4	Fator antioxidante e inibidor de lipase pancreática	China	(BHULAIKOK et al., 2010; SHEN et al., 2006; ZHANG et al., 2022)

Tabela 2: Macronutrientes presentes em diferentes espécies de insetos comestíveis, com os respectivos benefícios à saúde (Continuação).

Espécie	Proteínas (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Quitina ou fibra (g/100g)	Benefícios à saúde	Origem	Referências
<i>Schistocerca gregaria</i> (<i>Locusta</i>) - <i>Adulto</i>	76	13	1,7	2,5	Ação antioxidante e preventiva de doença cardíacas	Polônia/ Kenya	(KINYURU, 2021; ZIELIŃSKA et al., 2015)
<i>Tenebrio molitor</i> - larva	49,0 – 71,2	6,1	n/d	10,4	Ação anti-hipertensiva	Brasil/Servia	(FIALHO et al., 2021a; JAJIĆ et al., 2022)
<i>Theraphosa blondi</i> (Aranha)	2,6	1,24	22,01	n/d	-	Amazônia brasileira	(JESÚS et al., 2017)
<i>Vespa velutina nigrithorax</i> (Vespa) - Larva	48,64	13,23	32,31	n/d	Ação antioxidante	Coreia do Sul	(JEONG et al., 2020; LE et al., 2020)

n/d: “Dado não disponível”

1: Quantidades de carboidratos e quitina disponibilizados juntos no artigo (RIBEIRO; ARAÚJO, 2019)

2: Valor estabelecido baseado no valor calórico de 366,82 kcal/100g apresentado pelo artigo (ATOWA et al., 2021). Foi realizada a subtração do total de calorias encontrado relativo às quantidades de lipídios e proteínas do valor calórico total apresentado. O resultado encontrado foi dividido por 4 (quantidade de calorias por 1 grama de carboidrato).

4.1.4 Micronutrientes

Além dos macronutrientes e dos benefícios à saúde supracitados, os insetos são boas fontes de micronutrientes como cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, sódio, zinco e potássio, contendo também vitaminas hidrossolúveis como C e do complexo B (B1, B2 e B6), além das vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K). Contudo, tal qual as quantidades de macronutrientes, as concentrações de minerais e vitaminas são dependentes da espécie, alimentação e fase de desenvolvimento (FINKE; OONINCX, 2013). Por exemplo, a pupa da espécie *Alphitobius diaperinus* apresentou quantidades maiores de proteínas em comparação com a larva, enquanto essas apresentaram maiores quantidades de gordura e quitina, em comparação com aquelas (KUREČKA et al., 2021). Já no quesito micronutrientes, enquanto a espécie *Hermetia illucens* possui 2,900 mg/100g de cálcio, a espécie *Gryllus assimilis* possui apenas 45,3 mg/100g (Tabela 3).

Embora haja ausência de Vitamina C em fontes animais (OJHA et al., 2021), foi possível verificar que insetos como a *Apis mellifera* (1,66 mg/100g) (BAMIDELE et al., 2021) e a *Macrotermes bellicosus* (4,58 mg/100g) (ATOWA et al., 2021) contêm alguma quantidade desse nutriente (Tabela 3). No que tange às fontes tradicionais, dos estudos avaliados apenas a lentilha e a ervilha possuem informações sobre as quantidades de vitamina C, contudo, são quantidades muito baixas, 4,35 mg/100g e 12,4 mg/100g, respectivamente, se comparado com as Dietary Reference Intakes (DRIs), que preconiza 90 mg para homens acima de 19 anos e 75 mg para mulheres acima de 19 anos.

O cálcio e o fósforo, além de outras funções, possuem papéis importantes na composição estrutural do esqueleto humano e do seu processo de mineralização, respectivamente (CUKIER; CUKIER, 2020; ESTEVES et al., 2010). Portanto, seu consumo inadequado afeta a qualidade do esqueleto e, ao longo prazo, pode evoluir para o desenvolvimento de osteoporose, que é uma doença caracterizada pela fragilidade óssea (RADOMINSKI et al., 2017). Dito isso, com relação ao fósforo, foi percebido que várias espécies de insetos possuem quantidades significativas desse micronutriente, satisfazendo as recomendações das DRIs (700 mg/dia, de fósforo, com um limite máximo de 4g/dia, para adultos de até 70 anos). São elas: *Tenebrio molitor* (856 - 1429 g/100g) (FIALHO et al., 2021a), *Holotrichia parallela* (737,9 g/100g) (YANG et al., 2014), *Vespa velutina nigrithorax* (641,9 g/100g) (GHOSH et al., 2021), *Encosternum delegorguei* (575 g/100g) (TEFFO; TOMS; ELOFF, 2007) e *Pantala sp.* (500,3 g/100g) (WITWISITPONG; TAENG ON, 2021). Contudo, 100 g da espécie *Apis mellifera* e da *Tenebrio molitor*

contém 1.166,06g e 1.429 g/100g de fósforo, respectivamente, o que são valores acima do recomendado, porém, abaixo do limite máximo tolerável (4 g/dia) (Tabela 3) (JAJIĆ et al., 2022). Percebeu-se ainda que apenas a espécie *Hermetia illucens* (black soldier fly) possui quantidades satisfatórias de cálcio, cerca de 2,9 g de cálcio/100 g inseto (Tabela 3), se considerada a DRIs, que estabelece como adequado o consumo diário de 1 g, para adultos de 19 a 50 anos, e de 1,2 g, para maiores de 51 anos (DRI, 2006).

Apesar de não haver uma espécie com quantidades significativas de ambos micronutrientes, a espécie *Tenebrio molitor* é a que mais se aproxima da espécie ideal para suplementação em casos de osteoporose, pois possui 856 mg/100g de fósforo e até 207 mg/ 100g de cálcio.

O magnésio e o manganês atuam como cofatores de diversas reações químicas presentes no metabolismo do corpo humano, como a síntese proteica, de DNA e RNA, função imune, defesa antioxidante e cicatrização (ASCHNER; ASCHNER, 2005; CUPPARI, 2019; DA ROCHA ROMERO; DA SILVA LIMA; COLLI, 2017; DE BAAIJ; HOENDEROP; BINDELS, 2012; ROMANI, 2011; SILVERTHORN, 2016; YOGI et al., 2011). Quando em deficiência, o magnésio tem sido vinculado ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), podendo ser citadas a síndrome metabólica, a diabetes mellitus tipo 2, a hipertensão arterial sistêmica (HAS) (SCHWALFENBERG; GENUIS, 2017; WEGLIICKI, 2012) e doenças de dermatite. Por outro lado, seu consumo excessivo pode causar efeitos neurotóxicos (CUPPARI, 2019).

Não há quantidades recomendadas pela DRI (2006) para o consumo diário de manganês, contudo, configura-se como consumo adequado, para homens adultos, o consumo diário de 2,3 mg, e, para as mulheres adultas, o consumo de 1,8 mg, sendo 11 mg/ dia o limite máximo estabelecido. O consumo recomendado para magnésio é de 400 mg/ dia, para homens adultos, e 310 mg/ dia, para mulheres adultas. Dito isso, há apenas as espécies *Tenebrio molitor* (230 mg/100g) e *Holotrichia parallela* (206,5 mg/100g) (Tabela 3) com quantidades significativas de magnésio. Contudo, a espécie *Holotrichia parallela* possui 6,8 mg/100g de manganês, o que equivale a 60% do consumo máximo recomendado. Das 14 espécies estudadas, apenas 9 possuem dados relativos à quantidade de manganês, e dessas, apenas a *Polyrhachis vicina* (21 g/100g) (SHEN et al., 2006) e a *Schistocerca gregaria* (82 g/100g) (KINYURU, 2021) excederam a quantidade máxima recomendada. Entretanto, as demais, com exceção da *Tenebrio molitor*, possuem quantidades próximas ao máximo tolerado.

Em suma, apenas a espécie *Tenebrio molitor* seria recomendada para a suplementação desses dois nutrientes, visto que possui 230 mg/100g de magnésio e até 1,5 mg/100g de manganês, que corresponde a 65% do considerado adequado.

O ferro é um micronutriente essencial e indispensável para processos biológicos associados ao sangue, transporte de oxigênio e na produção de ATP (BOGDAN et al., 2016; KAPLAN; WARD, 2013). O efeito mais importante observável do ferro no corpo humano ocorre em sua carência, a anemia ferropriva. Sendo assim, faz-se necessário o consumo adequado de ferro (8mg/dia para homens adultos e 18mg/ dia para mulheres adultas não gestantes)(OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006). De acordo com a Tabela 3, a maioria das espécies avaliadas apresentam quantidades de ferro por 100 g de matéria seca muitas vezes superiores aos das proteínas animais como aves, bovino e suínos. Por exemplo, enquanto o boi apresenta cerca de 1,65 mg Fe/100g, o *Gryllus assimilis* tem 2,78 mg/ 100g (ARAÚJO et al., 2019) e o *Tenebrio Molitor* 4,84 mg/ 100g (FIALHO et al., 2021a). Contudo, as espécies *Polyrhachis vicina* (SHEN et al., 2006), *Pantala sp.* (WITWISITPONG; TAENG ON, 2021), *Macrotermes bellicosus* (ATOWA et al., 2021) e *Hermetia illucens L.* (LIU et al., 2017), demonstraram possuir quantidades por 100 g acima do máximo tolerável segundo as DRIs (2006) (45 mg/dia), sendo respectivamente, 94,05 mg/ 100g, 78,88 mg/ 100g, 65,96 mg/ 100g e 200 mg/ 100g. Para fins de comparação, o Grão de bico e a lentilha possuem quantidades próximas à recomendada, sendo, respectivamente, 8,80 g/100g e 7,06 g/100g. Portanto, os insetos, em geral, apresentaram maior teor de ferro em comparação às fontes alimentares tradicionais, porém, recomenda-se cautela em seu consumo, devido a quantidade acima do limite máximo para toxicidade presente em algumas espécies.

Visando auxiliar a absorção e metabolismo do ferro, recomenda-se o consumo de cobre. Por estar associado com o metabolismo do ferro, sua deficiência está associada a alterações no sangue, como a anemia normocítica hipocrômica (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006) e seu excesso está relacionado com anemia hemolítica (SILBERNAGL; LANG, 2016). O consumo diário de cobre recomendado pela DRI (2006) é de 0,9 mg para adultos, homens e mulheres, e a quantidade máxima recomendada é de 10 mg para adultos. Entre as espécies de insetos, apenas o *Gryllus assimilis* (0,68 mg/ 100g) (ARAÚJO et al., 2019) possui quantidades de cobre abaixo do recomendado em 100 g de inseto. Em relação às fontes tradicionais, apenas o grão-de-bico e a lentilha possuem quantidades próximas às recomendadas, 1,31 mg/100g e 0,82 mg/ 100g, respectivamente.

A vitamina C apresenta papel fundamental no desenvolvimento muscular, no metabolismo do colesterol e no aumento da absorção de ferro no intestino. Além disso, a vitamina C possui papel antioxidante, protegendo o organismo contra radicais livres (CARR; MAGGINI, 2017; OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006). A deficiência de vitamina C ocasiona o escorbuto, doença caracterizada por hemorragias nas gengivas, fadiga e letargia, lesões na pele e comprometimento do sistema imunológico (BIVONA; PATEL; VAJDY, 2017; CARR; MAGGINI, 2017; PULLAR; CARR; VISSERS, 2017). As recomendações dietéticas para o consumo de vitamina C (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006) são 90 mg/dia, para homens adultos, e 75 mg/dia, para mulheres adultas. Dito isso, além das fontes tradicionais vegetais lentilha (4,35 mg/ 100g) e ervilha (12,4 mg/ 100g), apenas as espécies *Apis mellifera* (1,66 mg/ 100g) (BAMIDELE et al., 2021; GHOSH et al., 2020) e *Macrotermes bellicosus* (4,58 mg/ 100g) (ATOWA et al., 2021) apresentaram estudos com os valores para vitamina C quantificados, porém, todas as fontes possuem quantidades muito abaixo do recomendado. Portanto, faz-se necessário estudos com outras espécies, visando encontrar quantidades dessa vitamina que justifiquem a recomendação de suplementação através do consumo de insetos.

O zinco, apesar de presente em todo o corpo, possui maiores concentrações nas células musculares e ósseas. Esse mineral participa de diversas reações metabólicas, possui ação antioxidante, de crescimento e de desenvolvimento (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006) (DRIs). O zinco é constituinte da insulina (BANDEIRA et al., 2015) e de diversas enzimas presentes no metabolismo de macronutrientes, além de estar envolvido na regulação da expressão gênica, sendo essencial para o crescimento e desenvolvimento (CUPPARI, 2019). A deficiência de zinco pode afetar o crescimento corporal, provocar alopecia, diarreia e lesões na pele e olhos, retardar a maturação sexual e prejudicar o apetite. A DRI (2006) recomenda o consumo diário de 11 mg para homens acima de 14 anos, 9 mg para mulheres de 14 a 18 anos, e 8 mg para mulheres acima de 19 anos. O consumo máximo recomendado é de 40 mg/dia para adultos.

Tendo isso em mente, nenhuma das fontes tradicionais proteicas como fontes vegetais e animais possuem quantidades suficientes de zinco para adequar-se ao recomendado pelas DRI (2006). No entanto, as espécies *Holotrichia parallela* (YANG et al., 2014), *Polyrhachis vicina* (SHEN et al., 2006), *Apis mellifera* (BAMIDELE et al., 2021), *Vespa velutina nigrithorax* (GHOSH et al., 2021), *Schistocerca gregária* (KINYURU, 2021), *Macrotermes bellicosus* (ATOWA et al., 2021) e *Tenebrio molitor* (FIALHO et al., 2021a; JAJIĆ et al., 2022), possuem quantidades próximas e/ ou

levemente acima do recomendado em 100 g de inseto, porém, abaixo do máximo, sendo, respectivamente, 15,4 g/100g, 22,7 g/100 g, 15,86 g/100 g, 6,1 g/100 g, 18,6 g/100 g, 8,84 g/100 g e 18,9-18,37 g/100 g. Já as espécies *Encosternum delegorguei* e *Hermetia illucens* L. possuem, respectivamente, 46 g/100 g e 61,4 g/100 g, estando acima da quantidade máxima recomendada para adultos. Em suma, apenas duas (*Encosternum delegorguei* e *Hermetia illucens*) das 13 espécies de insetos presentes na Tabela 2 não são recomendadas como fonte de zinco devido sua quantidade acima do máximo tolerável.

Os eletrólitos sódio e potássio são importantes atores no sistema cardiovascular, regulando o volume sanguíneo e, conseqüentemente, a pressão sanguínea (CUPPARI, 2019), além da manutenção do equilíbrio osmótico e acidobásico e a distribuição de água no organismo (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006). O sódio, por sua vez, possui, também, função na contração muscular e na condução de impulsos nervosos (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006). A deficiência no consumo de potássio pode ser fator de risco para doenças cardiovasculares, sendo sua ingestão similar à do sódio um possível fator protetor, por aumentar a excreção de sódio na urina. Já a deficiência de sódio pode ocasionar vômitos, diarreia, sudorese e geralmente está associada à casos de desidratação (CUPPARI, 2019; OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006). Por outro lado, seu consumo excessivo está associado com o aumento da pressão sanguínea e, cronicamente, pode atuar como fator de risco para o desenvolvimento de hipertensão arterial sistêmica e demais doenças associadas ao sistema cardiovascular (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006). Segundo a DRI (2006), não há recomendação para o consumo diário de potássio, contudo o consumo máximo recomendado de sódio para pessoas acima de 14 anos é de 2,3 g, que equivale a cerca de 6 gramas de sal.

Entre todas as espécies de insetos estudadas e as fontes tradicionais, a *Pantala sp.* (WITWISITPONG; TAENG ON, 2021) é a espécie que possui a maior quantidade de sódio por 100 g, sendo 557,24 mg, porém, possui quantidade similar de potássio (625,26 mg/100g). Contudo, uma suplementação de potássio visando um possível tratamento para a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) poderia considerar a utilização das espécies *Holotrichia paralela* (1,4 g/100 g)(YANG et al., 2014), a *Apis mellifera* (até 1,4 g/100 g) (BAMIDELE et al., 2021; GHOSH et al., 2020) e/ ou *Tenebrio molitor* (até 1,9 g/100 g) (FIALHO et al., 2021b; JAJIĆ et al., 2022).

Tabela 3: Quantidades de micronutrientes presentes em insetos e algumas fontes proteicas convencionais.

*n/d: “não disponível”

Minerais e vitamina C (mg/ 100 g matéria seca)											
Espécie	Potássio	Fósforo	Magnésio	Cálcio	Ferro	Zinco	Manganês	Cobre	Sódio	Vitamina C	Referências
Grão de bico, cru, (<i>Cicer arietinum L.</i>)	1.113	345	133	114	8,80	4,04	-	1,31	23	-	TACO
Lentilha, crua, (<i>Lens culinaris</i>)	888	368	93,7	53,6	7,06	3,31	-	0,82	-	4,35	TACO
Ervilha, em vagem, crua, (<i>Pisum sativum L.</i>)	310	151	41,8	24,4	1,44	1,23	-	0,20	-	12,4	TACO
Suínos (<i>Sus ssp.</i> , média de diversos cortes)	293	185	23,2	7,55	0,70	1,98	-	0,07	74,3	-	TACO
Aves (<i>Gallus gallus</i> , média de diversos cortes)	242	186	25,4	7,50	0,63	1,35	-	0,03	76,9	-	TACO
Bovinos (<i>Bos taurus</i> , média de diversos cortes)	295	168	18,4	3,50	1,65	3,47	-	0,04	52,2	-	TACO

Tabela 3: Quantidades de micronutrientes presentes em insetos e algumas fontes proteicas convencionais (Continuação).

*n/d: “não disponível”

Minerais e vitamina C (mg/ 100 g matéria seca)											
Espécie	Potássio	Fósforo	Magnésio	Cálcio	Ferro	Zinco	Manganês	Cobre	Sódio	Vitamina C	Referências
<i>Apis mellifera</i> (Abelha adulta)	49,02 – 1.465,23	1.166,06	2,36 – 123	5,91 – 121,45	12,23	15,86	1,71	1,39	4,2 – 79,45	1,66	(BAMIDELE et al., 2021; GHOSH et al., 2020)
<i>Blaberus craniifer</i> (Baratas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/d*
<i>Encosternum delegorguei</i> (“Insetos verdadeiros” - Hemiptera)	275	575	109	91	20,2	46	0,8	4,4	55,3	-	(TEFFO; TOMS; ELOFF, 2007)
<i>Gryllus assimilis</i> (Gafanhotos)	-	-	27,19	45,3	2,78	5,22	1,42	0,68	-	-	(ARAÚJO et al., 2019)
<i>Hermetia illucens L.</i> (Moscas)	-	350	-	2.900	200	61,4	-	-	100	-	(LIU et al., 2017)
<i>Holotrichia parallela</i> (Besouro)	1.388	737,9	206,5	141,5	28,1	15,4	6,8	7,2	-	-	(YANG et al., 2014)
<i>Imbrasia epimethea</i> (Lagartas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/d*

Tabela 3: Quantidades de micronutrientes presentes em insetos e algumas fontes proteicas convencionais (Continuação).

Minerais e vitamina C (mg/ 100 g matéria seca)											
Espécie	Potássio	Fósforo	Magnésio	Cálcio	Ferro	Zinco	Manganês	Cobre	Sódio	Vitamina C	Referências
<i>Macrotermes bellicosus</i> (Cupins)	273,89	358,44	11,68	14,74	65,96	8,84	1,14	-	114,02	4,58	(ATOWA et al., 2021)
<i>Pantala sp.</i> (Libélula)	625,26	500,3	73,13	206,03	78,88	5,01	-	1,34	557,24	-	(WITWISITPONG; TAENG ON, 2021)
<i>Polyrhachis vicina</i> (Formiga)	448,18	157,95	103,05	175,4	94,05	22,7	21	2,37	143,33	-	(SHEN et al., 2006)
<i>Schistocerca gregaria</i> (Locusta)	749	-	82	70	7,5	18,6	82	6,32	173	-	(KINYURU, 2021; ZIELIŃSKA et al., 2015)
<i>Tenebrio molitor</i> (bicho-da-farinha) – larva ¹	839 - 1.929	856 - 1.429	230	44 - 207	4,84 - 14,33	18,9 - 18,37	1,5 - 1,13	1,8 - 6,5	139 - 337	-	(FIALHO et al., 2021a; JAJIĆ et al., 2022)
<i>Theraphosa blondi</i> (Aranhas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n/d*
<i>Vespa velutina nigrithorax</i> (Vespa)	718,6	641,9	66,3	46,3	9,1	6,1	2,8	1,3	61,5	-	(GHOSH et al., 2021)

*n/d: “não disponível

4. BENEFÍCIOS À SAÚDE

Além dos benefícios nutricionais apresentados pelos insetos, observou-se também a presença de características benéficas à saúde, como atividades anti-hipertensiva, antioxidante, antibacteriana, anti-inflamatória, antidiabética e inibidora da lipase pancreática. Ademais, algumas espécies também demonstraram possuir papel na diminuição do colesterol plasmático, auxiliando na saúde cardiovascular. É sabido que algumas culturas utilizam o consumo e extratos de plantas como tratamento para certas doenças, contudo, o consumo de insetos para esse fim é relativamente desconhecido (SUH et al., 2010), sendo mais notória a utilização de insetos para fins medicinais em culturas da China (HOU et al., 2007).

4.1. Antioxidante

O estresse oxidativo é causado pela alta concentração de espécies reativas de oxigênio (EROs) no corpo, decorrente do desequilíbrio entre a produção de compostos oxidantes e a atuação do sistema de defesa antioxidante. Os radicais livres são produzidos naturalmente através da respiração celular (BARRA et al., 2010). Contudo, o acúmulo de EROs pode ocasionar danos às membranas celulares e até seu núcleo, desencadeando patologias que abrangem desde inflamações até cânceres (VALKO et al., 2007). O estresse oxidativo pode ser mitigado através de uma alimentação saudável, com uma dieta rica em frutas, vegetais e hortaliças, ricos em carotenoides, vitaminas C, tocoferol, selênio e flavonoides (CUPPARI, 2019).

Além da oxidação metabólica presente no corpo humano, os extratos vegetais podem atuar na contenção da oxidação alimentícia, e serem utilizados extratos sintéticos como conservantes alimentícios. Além das plantas, uma fonte de potencial antioxidante são os insetos, que possuem uma extensa diversidade de espécies. Dentre as espécies estudadas, a *Holotrichia parallela*, quando apresentada sob a forma de extrato etanólico e aquoso, possui potente ação antioxidante, que é derivada de metais quelados (redução dos efeitos tóxicos de metais) e da inibição da lipoperoxidação, ou seja, incorporação de um oxigênio molecular, radical livre, sobre os ácidos graxos da membrana celular, podendo levar à sua destruição ou perda de funções. Portanto, a espécie pode ser utilizada para tratamento de doenças indutoras de oxidação ou como um antioxidante natural em produtos alimentícios (LIU et al., 2012).

Ainda, foi identificado na espécie *Polyrhachis vicina*, em estudos *in vitro*, atividade antioxidante a partir do extrato hidro-etanólico de seus polifenóis e ácidos graxos (ZHANG et al., 2022). Com relação as abelhas, foi observado que os zangões adultos da espécie *Apis mellifera* possuem a maior atividade antioxidante, se comparado com as demais fases de desenvolvimento (GHOSH et al., 2020). Contudo, o autor recomenda o processamento de todos os insetos antes de consumo, pois, nessa espécie também se observou uma alta atividade hemolítica, que pode ser prejudicial para a saúde do consumidor, o que foi corroborado por Ghosh et al. (2021). Porém, também identificando que tal atividade é dose dependente, ou seja, varia conforme a quantidade consumida. Com relação a presença de peptídeos bioativos, foi notada a ação antioxidante de peptídeos derivados da espécie *Hermetia illucens L.*, (black soldier fly) (LU et al., 2022).

4.2. Anti-inflamatório

Como medida de manutenção da homeostase do organismo, o corpo humano possui diversas barreiras, podendo ser químicas, físicas ou biológicas. O sistema imune, principal agente de defesa, pode ser inato ou adaptativo, respondendo, respectivamente, de forma estereotipada ou específica para cada agressão. A primeira resposta à uma agressão é a inflamação, que envolve componentes celulares (leucócitos e citocinas pró-inflamatórias), vasculares (aminas vasoativas, histamina e serotonina) e uma gama de substâncias solúveis (eletrólitos e proteínas), e possui como sintomas característicos o rubor, calor, edema, dor e certo nível de prejuízo funcional (ABBAS; LICHTMAN; PILLAI, 2019). A resposta inflamatória é natural no processo da manutenção da saúde, contudo, a inflamação demasiada pode ser prejudicial para a saúde, causando lesões e até fatalidades (GOMES; POMERANTZEFF; MOURA, 2001). Dito isso, o estudo de agentes redutores ou inibidores do processo inflamatório presentes em insetos podem ser importante para uma maior variedade no tratamento.

Mehdi et al. (2021) identificaram características anti-inflamatórias em estudos *in vitro* dos principais componentes do veneno da *Apis mellifera*. Já a própolis produzida pela *Apis mellifera*, em estudos *in vitro*, atua com interferência na imunidade inata, reduzindo a atividade pró-inflamatória dos monócitos (CONTE et al., 2021). Ademais, em estudo do mesmo autor no mesmo ano, foi relatado que os fungos simbióticos ou

fungos associados com bactérias simbióticas presentes no estômago do *Macrotermes bellicosus* também possuem atividade anti-inflamatória *in vitro*.

4.3. Protetor de doenças cardiovasculares

Segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (HA) (2020), a HA é definida como uma Doença Crônica Não Transmissível (DCNT), caracterizada pelos níveis de pressão sanguínea e desenvolvida através de múltiplos fatores que podem ser genéticos, epigenéticos, ambientais e/ou sociais. A Hipertensão Arterial (HA), por se tratar de uma condição crônica e ser geralmente assintomática, decorre em alterações estruturais e/ou funcionais em alguns órgãos envolvidos no sistema cardiovascular. Os órgãos-alvo que podem ser afetados pela HA são o coração, cérebro, rins e vasos sanguíneos (BARROSO et al., 2021). Por ser uma doença sistêmica associada à alimentação, geralmente decorre da cultura alimentar e pode vir acompanhada de outros fatores de risco metabólicos como dislipidemia, obesidade abdominal e diabetes mellitus (PRÉCOMA et al., 2019). A HA é uma DCNT importante de ser discutida, pois segundo um relatório da Organização Pan-Americana de Saúde em conjunto com a Organização Mundial da Saúde. (2021), na América Latina e no Caribe, cerca de 28% das mulheres e 43% dos homens não sabem que são afetados por essa enfermidade. Ademais, o mesmo relatório traz que, no mundo, mais pessoas morrem por ano por causa de doenças cardiovasculares do que por qualquer outra doença (PAHO; OMS, 2021). Portanto, faz-se necessária uma mudança no padrão alimentar global, com alimentos mais saudáveis e in natura. Neste contexto, o consumo de insetos, segundo alguns estudos, pode conter substâncias com atuação importante no tratamento da HA e outras doenças cardiovasculares associadas ((EGONYU et al., 2021; RIVERO PINO et al., 2020; WITWISITPONG; TAENG ON, 2021)).

Um estudo de 2021 referente à espécie *Schistocerca gregária* (locusta do deserto) (EGONYU et al., 2021) observou que a espécie é rica em fitoesteróis, componentes que dificultam a absorção de colesterol e possui beta-sitoesterol, campesterol e estigmasterol, que ajudam a combater problemas cardiovasculares através da conversão de angiotensina 1 inativada em angiotensina 2, tendo papel importante na diminuição da pressão sanguínea. Ainda, foi identificado na espécie *Polyrhachis vicina*, em estudos *in vitro*, a presença de ação inibidora de lipase pancreática a partir de seu extrato hidro-etanólico, atuando na diminuição da quebra e consequente absorção de lipídios (ZHANG et al., 2022).

Em trabalho publicado por Witwisitpong Maneechan e Taeng On Prommi (2021) sobre a *Pantala sp.*, foi descrita a presença de grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados ômega 6 e ômega 3, que atuam na diminuição da concentração de colesterol plasmático, conseqüentemente, diminuindo os riscos para doenças coronarianas e de diabetes, através da redução da intolerância à glicose, prevenindo, portanto, a resistência à insulina e diminuindo tendências a trombose, respectivamente.

Identificou-se, também, nas proteínas da espécie *Tenebrio molitor*, em estudo *in vitro* e sem tratamento enzimático, pequena ação anti-hipertensiva através da inibição da enzima conversora de angiotensina, além de forte ação antioxidante (RIVERO PINO et al., 2020).

4.4. Ação antibacteriana

A resistência a antimicrobianos (AMR, em inglês), é um dos grandes problemas de saúde pública no mundo. A AMR consiste na capacidade de microrganismos como bactérias, fungos, dentre outros, de resistirem aos medicamentos antimicrobianos, tornando-os ineficientes (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2023). Em 2019, foi estimado que cerca de 4,9 milhões mortes ocorreram devido à AMR (MURRAY et al., 2022). As mortes por AMR podem ser relacionadas à fatores como consumo alto e/ou inadequado de antimicrobianos, falta de informação, uso excessivo dos medicamentos, ausência de fiscalização e, tão importante quanto, a falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento de antimicrobianos inovadores (SILVA et al., 2020). Alguns estudos recentes demonstraram potencial atividade antibacteriana em algumas espécies de insetos.

Dito isso, Ming-Wei Shao et al. (2015) identificou em larva de espécie derivada da *Pantala sp.*, chamada *Pantala flavescens*, a presença de 48 espécies de fungos em suas vísceras, tendo sido associada a essa atividade antibacteriana para bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Escherichia coli*. Além disso, extratos em etanol de hidroquinona, metilhidroquinona, 3,4-dihidroxipenetilglicol e n-acetildopamina de *Macrotermes bellicosus* possuem ação de inibição do crescimento de *Staphylococcus aureus* (HAMMOUD MAHDI et al., 2020).

Como já comentado, há inúmeras espécies de insetos conhecidas e, estima-se que o número total esteja na casa dos milhões. Contudo, dentre as espécies conhecidas, poucas possuem estudos a respeito da aptidão para consumo humano considerando-se a nutrição

ou o tratamento de patologias. Por conta disso, das poucas espécies apresentadas nesse tópico, foi possível demonstrar o potencial benefício à saúde do consumo de insetos, deixando claro a necessidade de mais estudos voltados ao potencial farmacológico que extratos naturais de insetos podem ter, sendo possível expandir a gama de atuação no tratamento ou prevenção de diversas doenças crônicas como hipertensão arterial sistêmica e diabetes, no tratamento do sobrepeso e obesidade e até ação contra bactérias e fungos patogênicos.

5. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS PROMOVIDOS PELO CONSUMO DE INSETOS

O consumo de insetos é cultural em diversos povos há milhares de anos, podendo ser observado em praticamente toda parte do mundo. Entretanto, há quem considere tal prática primitiva, ultrapassada e prejudicial à saúde (ALVIM, 2018). Contudo, aliar tecnologia moderna com o conhecimento do passado provou, através de diversos estudos, ser benéfico para a produção de alimentos de uma maneira mais ambientalmente sustentável do que as formas convencionais.

Os insetos fazem parte do grupo de invertebrados do filo *Arthropoda* com mais espécies existentes no planeta e, portanto, sempre tiveram um papel importante na cultura de diversos povos. O conhecimento entomológico e suas práticas são enriquecidos com novas informações quando são transmitidas de geração para geração, ajudando na preservação da cultura local (RAMOS-ELORDUY, 2009). Na América Latina, a população indígena chega a aproximadamente 10% da população total, sendo cerca de 50 milhões de pessoas (COSTA-NETO, 2015). Sendo assim, os principais especialistas em entomofagia são as populações rurais, que possuem conhecimento das espécies de insetos que podem ser consumidas. Tais pessoas sabem diferenciar as espécies comestíveis das não comestíveis, conhecem as plantas que as abrigam e possuem técnicas próprias para realizar a coleta dos insetos da forma mais eficiente possível (COSTA-NETO, 2015). Ainda, mais recentemente, os insetos estão também sendo consumidos em preparações exóticas tal como rolinho primavera de grilos, arroz frito com abacaxi e *Tenebrio molitor*, além de carré de cordeiro com farofa de formigas negras (G1 CAMPINAS E REGIÃO, 2016).

A atual era geológica na qual vivemos, chamada de Antropoceno, tem sido associada aos impactos das atividades humanas no ecossistema da Terra, tal como as

emissões de gases, além da produção de alimentos com foco na produção de proteína animal (ORTIZ, 2019). No Brasil, além das emissões, a pecuária está intimamente associada com a retirada de direitos dos trabalhadores e do lar de diversos povos indígenas através da ocupação de suas reservas, aliado a devastação de florestas, objetivando o plantio de grãos como soja e milho. Deste modo, como alternativa sustentável para a produção de proteína animal, tem-se a produção de insetos. Esta, além de utilizar menor espaço de terra e menor quantidade de água, também produz pouca quantidade de gases de efeito estufa (TUNES, 2020).

É notório o crescimento desproporcional da produção de carne no mundo em comparação com a população vivente nas últimas cinco décadas. Enquanto em 1961, havia a produção de aproximadamente 71,36 milhões de toneladas de carne para uma população mundial de 3 bilhões de pessoas, em 2014, essa proporção subiu para 317 milhões de toneladas para 7 bilhões de pessoas (ORTIZ, 2019), ou seja, um aumento de 3,4 vezes, enquanto a população atingiu um crescimento de 1,33 vezes.

Cada vez mais as pessoas estão dispostas a aderir a movimentos sociais como a “Segunda sem carne”, ao vegetarianismo ou até mesmo veganismo. Algumas delas, entretanto, vão além de simplesmente cessar o consumo de carne, aderindo às formas mais alternativas de consumo de nutrientes, principalmente da proteína. O consumo de insetos está entre elas (ANDRADE, 2021). Contudo, seu consumo necessita de atenção e medidas que facilitam seu acesso à população geral. Tal como discutido por nutricionistas (TOSCANO BATISTA; LIMA, 2005), a alimentação não pode ser puramente nutricional, ela deve ser social e emocional, com variáveis como texturas e sabores a serem consideradas na hora do consumo do alimento. Devido a isso, algumas pesquisas afirmam que a aceitabilidade do consumidor em ingerir insetos está intimamente ligada com a forma que ele é disponibilizado para consumo, sendo a farinha considerada a forma mais palatável, pois ela é uma forma de consumo que não apresenta as características que induzem ao preconceito com o consumo (LICEAGA, 2021).

Como previamente discutido nesta revisão, a disponibilidade proteica dos insetos, é superior à de bovinos, suínos e aves (TUNES, 2020). Ademais, sua produção é de baixo custo, tanto de capital de investimento quanto ambiental, considerando-se os poucos recursos necessários para a produção (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015). Por exemplo, foi relatado na Tailândia, o surgimento de diversas microempresas criadoras de insetos por meio de uma iniciativa da universidade local, em que produtores ensinam outros produtores (VILLADIEGO, 2019). Juntamente com a aquisição de conhecimento

acerca da criação de insetos com intuito alimentício, notou-se um significativo crescimento no rendimento econômico de tais microempresas. A facilidade e os custos baixos associados à criação de insetos certamente são características atrativas para pequenos empresários ou pessoas independentes (VILLADIEGO, 2019). Apesar de ser um exemplo distante do Brasil, o desenvolvimento desse setor entre os pequenos produtores serve como perspectiva para o potencial presente na criação de insetos. De acordo com a Global Market Insights, estima-se um crescimento da produção de insetos para a alimentação, cujo mercado será de cerca de 1,2 bilhão de dólares em 2023 (LICEAGA, 2021).

O uso de insetos na alimentação não se restringe ao consumo de seus nutrientes como proteínas. Uma parcela muito lucrativa e antiga desse mercado é a da produção do corante carmim (INS 120) (FAO, 2006; HELEN SOTERIOU; WILL SMALE, 2018). O carmim serve como corante alimentício para diferentes produtos, desde refrigerantes até iogurtes, e é extraído a partir de um composto presente no inseto cochonilha, chamado ácido carmínico (FAO, 2022).

O potencial de criação de empregos e de dividendos para os produtores de insetos comestíveis, em todas as áreas de atuação ainda é sub explorado no Brasil, provavelmente, devido à falta de valorização da ciência local e incentivo à pesquisa (HAJE; DOEDERLEIN, 2021), além do crescente desmatamento de áreas ricas em espécies de insetos (INPE, 2023). Porém, observando-se exemplos de outros países, pode-se perceber que esse é um mercado crescente e muito lucrativo, mesmo para países que não possuem a diversidade ecológica que o Brasil possui.

5.1. Valorização cultural das culturas que já consomem insetos

A dimensão da criação e consumo de insetos por culturas nativas da América Latina é ainda pouco explorada. Contudo, tem sido demonstrado que diversas culturas por todo o mundo consideram o consumo de insetos uma iguaria, devido à sua preparação em restaurantes renomados e de alto custo (COSTA-NETO, 2015).

No Brasil, apesar da vasta maioria das espécies presentes estarem associadas à porção Amazônica do país, é comum que festivais no Nordeste e até no Sudeste do país apresentem pratos típicos tendo como base os insetos. É o caso das formigas iças, ou tanajuras, que fazem parte da culinária típica de cidades do Ceará e de São Paulo

(ALVIM, 2018). Contudo, não existe relato detalhado na literatura sobre a frequência do consumo de insetos por regiões do país.

No México, o famoso personagem Chapulín, recebeu esse nome em homenagem à espécie *Sphenarium purpurascens*, o chapulín, que é consumido com sal, limão e pimenta, como acompanhamento de uma tortilha ou cobertos em chocolate (TUNES, 2020). Já no continente africano, em Camarões e, na República democrática do Congo, há o consumo das larvas de besouros, que culturalmente são adquiridas principalmente pelas mulheres (TUNES, 2020). É importante ressaltar que os preços dos insetos estão também profundamente ligados aos hábitos culturais de consumo e produção. Por exemplo, no México, pupas de formigas, conhecidas como “caviar asteca”, podem chegar a custar R\$ 250 a porção de 30 gramas, enquanto na Tailândia, devido à alta oferta, a peça de percevejo aquático pode custar R\$ 1,10 (TUNES, 2020).

Por serem muito consumidos e possuírem grande variedade de espécies em diversos países com culturas distintas, estudos a respeito de suas criações, coletas, propriedades e aspectos culturais envolvidos devem ser estimulados e realizados em conjunto com as comunidades locais e consumidores nativos das espécies, para que o aprendizado aconteça juntamente com a valorização dessas culturas (COSTA-NETO, 2016).

6. DESAFIOS SOCIOAMBIENTAIS RELACIONADOS AO CONSUMO DE INSETOS

6.1 Toxicologia e alergias

Devido a sua grande diversidade e disponibilidade, os insetos podem ser encontrados em quase todas as regiões do planeta, o que torna fácil a coleta e consumo sem um tratamento adequado ou conhecimento acerca da sua alimentação. Deste modo, insetos podem representar um risco a saúde do consumidor (MONTEIRO, 2021).

Reações adversas a alimentos (RAA) é o termo utilizado para caracterizar todas as reações após o consumo e/ou exposição a um alimento e podem ser desencadeadas por glicoproteínas presentes neles (TEIXEIRA et al., 2021). Portanto, conhecer a composição dos alimentos a serem consumidos é de suma importância para que potenciais reações adversas sejam identificadas e notificadas. Em relação aos insetos, além das glicoproteínas, pode-se salientar a presença de espécies com glândulas de veneno, como

alguns aracnídeos, que também podem gerar contaminação e potencial reação adversa (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2016).

Os insetos podem causar reações alérgicas através da inalação e/ou contato com o animal, podendo também haver reação cruzada, quando uma pessoa com anticorpos para determinada espécie, quando exposta ao antígeno de outra espécie, desenvolve reação alérgica a esse (BARLETTA; PINI, 2003; HUIS et al., 2013). Por exemplo, foi relatado reações alérgicas em humanos após o contato com *Tenebrio molitor* (SIRACUSA et al., 2003). Ainda, as seguintes ordens de insetos possuem espécies que são conhecidas por causarem reações alérgicas, seja por contato com partes de seus corpos ou secreções: *Zyngentoma*, *Blattodea*, *Phasmatodea*, *Orthoptera*, *Phthiraptera*, *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Siphonaptera*, *Lepdoptera* e *Hymenoptera* (AUERSWALD; LOPATA, 2005)

Logo, a regulamentação do consumo de insetos é de suma importância, pois além das reações adversas, os insetos podem causar complicações na saúde decorrentes do contato com glândulas de veneno durante o consumo dos mesmos. Sendo assim, o desenvolvimento científico na área deve ser estimulado para que tais questões sejam esclarecidas e a segurança no consumo de insetos seja efetivada, de modo que essa fonte alternativa de proteínas e demais nutrientes possa se desenvolver na cultura alimentar do Brasil e dos demais países ocidentais que não enxergam os insetos como potenciais fontes de nutrientes.

6.2. Absorção de metais pesados

A presença e concentração de metais pesados em insetos comestíveis varia a depender das características dos elementos químicos, sua concentração, a espécie de inseto, a fase de desenvolvimento da espécie e o local de criação (HARDY et al., 2015).

Estudos observaram a presença de cádmio em larva de *Hermetia ilucens* de diferentes localidades (CHARLTON et al., 2015) e a presença de chumbo e cádmio em larvas de *Tenebrio molitor* (VIJVER et al., 2003). Além disso, há literatura acerca da contaminação de humanos em Oaxaca, México, devido à presença de chumbo em insetos da espécie *Sphenarium purpurascens*, conhecida como chapulín (HANDLEY et al., 2007).

Portanto, é possível afirmar que insetos podem acumular metais pesados e toxinas. Contudo, devido à presença de variáveis como localidade, espécie, fase de

desenvolvimento e método de produção, é necessário que haja pesquisas com tais variáveis como objeto de estudo, para que seja possível a criação e produção de espécies comestíveis sem que haja prejuízo à saúde do consumidor.

6.3 Aceitação do consumidor

A aceitação dos alimentos vai além do seu conteúdo nutricional, dependendo também de suas características sensoriais para serem consumidos. Portanto, a forma de apresentação dos produtos acrescidos de insetos e do consumo do inseto inteiro possuem diferentes aceitabilidades entre os consumidores.

A Tabela 4, por exemplo, mostra a relação entre espécies de insetos e as características sensoriais, o que impacta diretamente a aceitação final do produto em que são adicionados.

Em estudo a respeito da influência sensorial da adição de farinha de *Tenebrio molitor* e *Locusta migratoria* à receita tradicional de muffin, encontrou-se que os muffins com farinha de insetos tendem a reter mais água, conseqüentemente sendo mais pesados, e menores, expandindo menos durante a cocção (ÇABUK, 2021).

Já em um estudo de 2019 sobre a adição de farinha de *Schistocerca gregaria*, encontrou-se resultado similar com o previamente descrito, porém, adicionou-se a farinha em receita de pão. A diferença mais notável entre o pão convencional e o pão com adição de farinha de inseto, além da cor mais próxima ao marrom, foi a influência da quantidade de farinha no cheiro do pão, que se demonstrou menos aceitável conforme adicionada em maior quantidade. Portanto, o autor recomendou cautela em sua adição (HABER et al., 2019).

No Brasil, os consumidores, em geral, associam o consumo de insetos inteiros com o sentimento de nojo e repulsa, porém, a faixa de indivíduos mais novos e do sexo masculino, com nível educacional maior, tendem a aceitar mais facilmente seu consumo em comparação com mulheres mais velhas e com nível educacional mais baixo (BISCONSIN-JÚNIOR et al., 2022). Ademais, há relatos de que pessoas que já consumiram insetos em algum momento da vida tendem a considerá-los seguros, enquanto pessoas que nunca consumiram são mais céticas quanto à sua segurança (SCHARDONG et al., 2019).

Segundo Liceaga (2021), a população, em geral, possui uma melhor aceitação do consumo de farinha de insetos, pois não há a presença das características comumente

associadas como repugnantes dos insetos, facilitando a ingestão. Isso também foi concluído por Schardong et al. (2019) em estudo com pessoas que já consumiram insetos em algum momento da vida e pessoas que nunca consumiram, ambas com maior aceitabilidade com as farinhas. Dito isso, o uso das farinhas é uma boa alternativa para seu consumo visando respeito às culturas regionais, atuando como um ingrediente suplementar aos convencionais, sem substituir a culinária tradicional. Entretanto, o consumo de carne é cultural em diversos países, podendo ser um impeditivo para a flexibilidade na alimentação das populações em questão. Portanto, adjunto aos estudos da composição nutricional e segurança dos insetos, é preciso que se tenha a divulgação dos impactos ambientais associados à produção de carne e à produção da mesma quantidade de proteínas de insetos, para que seja explícita a urgência na mudança da produção alimentar atual.

Tabela 4: Espécies de insetos e suas características sensoriais

Inseto	Descrição sensorial
<i>Tenebrio molitor</i>	Aroma: cereais, nozes e madeira. Sabor: frutos secos, cereais e umami.
<i>Locusta migratoria</i>	Aroma: cereais, madeira, nozes e frutas. Sabor: umami, nozes, cereais, salgado. Textura crocante, dura e áspera.
<i>Polyrhachis vicina</i>	Aroma: molho shoyu, frutas silvestres e menos frutas. Sabor: azedo, umami, nozes e amargo. Textura: crocante, grossa, granulada e dura.
<i>Macrotermes bellicosus</i>	Aroma: nozes, cereal, madeira, molho shoyu. Sabor: nozes, gorduroso, sal, Textura: crocante e frágil.

Fonte: Adaptado de (ALBREKTSSON, 2017; ELHASSAN et al., 2019)

6.4 Legislação

No Brasil, apesar de não ser ilegal consumir insetos, ainda não há legislação específica para sua criação, produção e venda em larga escala. Contudo, o artigo 5º da RESOLUÇÃO-RDC Nº 49, DE 31 DE OUTUBRO DE 2013, protege a produção artesanal, visando a preservação de costumes e hábitos culturais tradicionais (BRASIL, 2013). Com isso, a produção de insetos comestíveis pode ser respaldada por lei quando realizada por microempreendedores individuais e sendo um empreendimento familiar rural, havendo sua fiscalização por órgãos da vigilância sanitária.

A criação de insetos em larga escala para a alimentação, contudo, necessita, como todo produto alimentício, ser regulamentada, para que não haja contaminação do consumidor. Dito isso, a RDC nº 623/2022 dispõe sobre a tolerância para matérias estranhas encontradas em alimentos e caracteriza insetos como matérias macroscópicas capazes de veicular agentes patogênicos, estabelecendo um limite máximo de 75 unidades para a presença de fragmentos de insetos em farinhas, massas e outros produtos derivados de cereais. Ademais, a RDC nº 216/2004 estabelece contaminante como “substâncias ou agentes de origem biológica, química ou física, estranhos ao alimento, que sejam considerados nocivos à saúde humana ou que comprometam a sua integridade”.

Portanto, atualmente, no Brasil, a presença de insetos em alimentos não é regulamentada e, a depender da quantidade presente no produto alimentar, é considerada contaminante e de potencial patogênico.

7. APLICAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO

Devido ao crescimento do interesse acerca do consumo de insetos, o consumo desses animais pode ser visto na culinária de alta gastronomia em pratos contendo insetos inteiros, a exemplo da farofa de formigas negras, grilos fritos e gafanhotos cobertos de chocolate (MONTEIRO, 2021), ou em produtos acrescidos de insetos e seus processados. Empresas ao redor do mundo surgiram visando a criação de produtos alimentícios com adição de insetos (ALVIM, 2018), seja na Austrália e Itália, com chips de milho e queijo (“Circle Harvest - Cricket Corn Chips”, [s.d.]; “Fucibo - CHIPS WITH INSECT POWDER”, [s.d.]), no Japão, com café (“Innoect - Cricket Protein Matcha”, [s.d.]) ou na Bélgica, com cerveja.

No Brasil, apesar de não haver legislações tornando legal a criação, produção e venda de produtos alimentícios contendo insetos para consumo humano, empresas como

a Hakkuna e a Ecological Foods produzem farinhas e barras proteicas de insetos, porém, mesmo atuando na área, ainda não vendem seus produtos e não há diversidade em seus catálogos (“Ecological Food”, [s.d.]; “Hakkuna”, [s.d.]).

É válido mencionar que, devido às diferenças nas legislações de cada país e no formato escolhido pelas empresas, alguns sites utilizados para a pesquisa dos produtos citados acima não possuem as informações nutricionais dos seus produtos e, em certos casos, também não apresentam o nome científico da espécie utilizada na produção do produto apresentando apenas "grilos" como identificação.

Como comentado acima, várias empresas já desenvolvem diversos tipos de produtos com a presença de insetos, seja em sua forma inteira ou processada. A gama de produtos que podem ser elaborados com insetos em sua composição é enorme e a diversificação da prática auxilia na aceitação do consumidor, pois a aceitação e disposição ao consumo dos insetos inteiros, suas diferentes espécies e os produtos feitos a partir de seus processados varia com a cultura e experiências pessoais de cada consumidor (HIGA; RUBY; ROZIN, 2021; TAN et al., 2015).

A Tabela 5 discrimina as quantidades de macronutrientes presentes em alguns produtos com adição de insetos. As quantidades de macronutrientes provenientes dos insetos não são as mesmas para todos os produtos devido às diferentes espécies e quantidades utilizadas em suas produções. Como pode ser observado, grilos e larvas de *Tenebrio molitor* foram os mais frequentemente encontrados como fonte de insetos para os produtos desenvolvidos.

Apesar de possuírem quantidades de quitina, um tipo de “fibra animal”, houve pouco aumento em sua quantidade em relação aos 100 gramas de produto tradicional utilizados como parâmetro, mantendo-se abaixo dos 10% na maioria dos produtos. Exceções são os produtos *chips*, possuindo 48,8% e 56% de quitina (Tabela 5).

Atualmente, o foco da indústria alimentícia em relação à produção com insetos é na qualidade proteica que a adição desses pode conferir aos produtos. Contudo, como estabelecido nas Tabelas 2 e 3, o consumo de insetos pode ser favorável, além do adicional de proteína que podem conferir, sendo fontes de fibras/quitina, carboidratos, lipídios, micronutrientes e, a depender da espécie, podem apresentar outros benéficos à saúde, como ação antioxidante, anti-hipertensiva e protetora do sistema cardiovascular.

Para avaliar se os produtos mencionados na Tabela 5 podem ser considerados mais nutritivos que as versões tradicionais, algumas comparações foram estabelecidas com produtos já conhecidos no mercado. São eles: barra de proteínas (BP) (30% de proteína,

9% de lipídios, 33,33% de carboidratos, 13,67% fibras e 333 kcal/ 100g) (“BARRA DE PROTEÍNA (BARRINHA DE PROTEÍNA) - GROWTH SUPPLEMENTS”, [s.d.]); chocolate ao leite (CL) (6% de proteína, 30% de lipídios, 56% de carboidratos, 2,8% fibras e 516 kcal/ 100g) (“Chocolate Ao Leite Hershey’s - 92g”, [s.d.]); cookies (CO) (5,67% de proteína, 24,33% de lipídios, 53,33% de carboidratos, 3,67% fibras e 453 kcal/ 100g) (“Cookies Chocolate Bauducco”, [s.d.]); macarrão (MA)(11% de proteína, 1,75% de lipídios, 73,75% de carboidratos, 2,5% fibras e 355 kcal/ 100g) (“Macarrão Renata Ovos Caracolino”, [s.d.]); e chips (CH) (3,57% de proteína, 32,14% de lipídios, 57,14% de carboidratos, 3,57% fibras e 535,71 kcal/ 100g) (“PRINGLES® ORIGINAL CRISPS”, [s.d.]).

Ao comparar as barras de proteínas com adição de insetos com a barra de proteínas tradicional percebe-se que a BP tradicional possui maior quantidade de proteína e menor quantidade de carboidratos. Em relação aos lipídios e calorias, a BP tradicional possui quantidades menores e, no que tange às fibras, a opção tradicional possui quantidades maiores, ou seja, a BP tradicional aparenta ser uma opção mais saudável se comparado com as BP com insetos. Já o chocolate ao leite com adição de insetos, possui quantidades menores de carboidratos e semelhantes de proteínas se comparado ao chocolate ao leite tradicional, contudo, o primeiro apresenta maiores calorias, lipídios e uma quantidade de fibras maior.

Portanto, a opção com insetos pode ser uma alternativa para pessoas com resistência à insulina e/ ou diabetes, devido ao menor pico glicêmico. Os cookies com adição de insetos, por sua vez, possuem quantidades superiores de proteínas e fibras e, menores quantidades de lipídios, em relação aos cookies tradicionais. Entretanto, no tocante aos carboidratos e à densidade energética, o CO tradicional possui quantidades intermediárias, a depender da marca do comparativo com adição de insetos. Portanto, apesar de, em certos casos, ser mais calórico, os CO com insetos podem ser uma alternativa de lanche proteico e com um menor pico glicêmico.

Os macarrões acrescidos de insetos possuem menor quantidade de carboidratos e menor densidade calórica em relação ao MA tradicional, além de possuírem, também, quantidades de proteínas, lipídios e fibras superiores. Portanto, os MA com insetos são uma opção proteica e menos calórica. Por fim, os chips com insetos possuem quantidades iguais de carboidratos, em comparação com os CH tradicionais e quantidades inferiores de calorias e lipídios. Em relação às proteínas e fibras, os CH com insetos possuem maiores quantidades, sendo as fibras o destaque, com quantidades significativamente

superiores. Portanto, os CH de insetos são uma opção mais saudável em comparação aos CH tradicionais.

Com base nas comparações previamente estabelecidas, é possível perceber que as opções de produtos com insetos podem ser relativamente mais saudáveis do ponto de vista nutricional, com exceção das barras de proteína, que são alternativas menos saudáveis em comparação com as barras de proteína tradicionais presentes no mercado. Todavia, vale ressaltar que os produtos com adição de insetos não possuem, por obrigação, maiores quantidades de proteínas em relação aos produtos tradicionais. Entretanto, as quantidades de fibras foram, em sua maioria, superiores nos produtos acrescidos de insetos, se destacando os *chips* por conterem uma média de 52,4 gramas de fibras em 100 gramas do produto.

Em suma, nota-se uma presença majoritária de alimentos processados e ultraprocessados acrescidos de insetos devido à maior facilidade na produção e pouca limitação na variedade. No entanto, como demonstrado acima, os insetos podem ser vistos não apenas como alimentos, mas também como ingredientes, através das farinhas. Essas podem ser adicionadas em diversas receitas, além de consumidas juntamente com produtos naturais.

Tabela 5: Empresas e seus produtos à base de insetos, espécies utilizadas, local de origem e macronutrientes disponíveis.

Empresa e produto	Espécies	Origem	Energia (kcal/100g)	Proteína g/100g	Lipídio g/100g	Carboidrato total g/100g	Quitina g/100g	Referência
Entomofarms – farinha de grilo e grilos congelados e torrados	Grilos orgânicos	Canadá	470	64	20	9,9	5	https://entomofarms.com/wholesale/
GrubsUp - larvas torradas	<i>Tenebrio molitor</i> - larva	Austrália	360,89	60	9,1	4,7	3,1	https://grubsup.com.au/shop/whole-roasted-mealworms/
Eat Grub - Roasted Crickets	Grilos	Reino Unido	492	44	26,8	22,1	6,2	https://www.eatgrub.co.uk/product/crunchy-roasted-crickets-smoky-bbq/
Jimini's - Protein bar	<i>Alphitobius diaperinus</i> - larva	França	417	19	21	35	5	https://www.jiminis.com/shop/lang/en/protein-bars/282-apricot-almond-protein-bar.html#ingredients
Sens Food - Protein Bar	<i>Acheta domesticus</i>	República Tcheca	425	34	23	18	3,4	https://eatsens.com/
Portugal Bugs - Chocolate de leite	<i>Tenebrio molitor</i>	Portugal	562	5	37	47	5,8	https://portugalbugs.pt/produto/chocolate-de-leite/
Gricha - Cookies	Grilos	México	360	15	16	33	10	https://www.gricha.com/producto/gricha-chocolate/

Tabela 5: Empresas e seus produtos à base de insetos, espécies utilizadas, local de origem e macronutrientes disponíveis (Continuação).

Empresa e produto	Espécies	Origem	Energia (kcal/100g)	Proteína g/100g	Lipídio g/100g	Carboidrato total g/100g	Quitina g/100g	Referência
HoppyPlanetFoods - Cookies	<i>Acheta</i>	Estados Unidos	525,55	10,71	21,43	85,71	4	https://exoprotein.com/collections/snacks/products/chocolate-chirp-cookies-1
Busgsolutely - Cricket Pasta	Grilos	Tailândia	381,82	21,82	5,45	63,64	5,45	https://www.bugsolutely.com/nutritional-profile-cricket-pasta/
Aldento- Cricket Pasta	<i>Tenebrio molitor</i>	Bélgica	386,2	18,8	7,9	56,1	7,7	https://www.goffardsisters.com/
Circle Harvest - Corn Chips	Grilos	Austrália	482,78	11,4	21,2	58,8	48,8	https://circleharvest.com.au/products/cricket-corn-chips-protein-snack circleharvest.com.au/products/cricket-corn-chips-protein-snack
Fucibo - Cheese Chips	<i>Tenebrio molitor</i>	Itália	405	15	12	57	56	https://fucibo.com/products-with-insect-powder/corn-chips-with-insect-powder/

Fonte: Próprio autor

8. CONCLUSÃO

Considerando as informações apresentadas, pode-se concluir que a criação e consumo de insetos possui grande potencial de oferta de macro e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento e sobrevivência da população humana, além da possibilidade de oferecer outros benefícios à saúde, como ação antioxidante, inibição de lipase, ação antibacteriana, antifúngica e anti-inflamatória.

Ademais, o modo de produção dos insetos em grande escala para consumo humano possui custo-benefício ambiental maior se comparado com a produção atual de proteína animal convencional, havendo menor emissão de carbono e menor consumo de água, alimento e área de terra dedicada para os primeiros.

Contudo, é necessário que mais pesquisas sejam dedicadas a criação e comércio de insetos para o consumo humano, visando a elaboração de uma legislação própria para tal, pois há a possibilidade de contaminação pelas próprias toxinas dos insetos ou por metais pesados presentes no ambiente, o que evita danos ao consumidor.

Como demonstrado, as fontes convencionais animais não possuem, em nenhum dos micronutrientes apresentados, quantidades próximas às recomendadas pelas DRI (2006) em 100 gramas de alimento. Em contrapartida, as espécies de insetos estudadas apresentaram, em sua maioria, valores próximos aos recomendados, sendo notáveis as espécies *Apis mellifera* e *Holotrichia parallela*, que apresentaram quantidades de nutrientes significativas para potássio, fósforo, ferro, zinco, manganês e cobre, indicando que tais espécies são ótimas fontes alternativas de nutrientes na alimentação humana. Entretanto, é importante ressaltar que as quantidades de macro e micronutrientes destacadas no presente estudo, possuem suas particularidades quanto aos métodos de extração e à alimentação provida aos insetos que foram utilizados como foco de pesquisa dos artigos revisados.

Por fim, sugere-se que haja preferência na divulgação e estímulo à criação de produtos acrescidos de farinha de inseto, visto que essa é a apresentação melhor aceita pelos consumidores, junto ao apelo à ecologia, menor estresse ambiental e oferta proteica superior se comparada com a produção convencional de proteína animal.

Como apresentado no tópico de aplicação, há poucos limites para o uso da farinha de insetos em alimentos, essa podendo ser adicionada tanto em produtos açucarados, como pirulitos, brownies e cookies, quanto em produtos salgados, como macarrão e chips de diversos sabores. Por fim, as farinhas de insetos são ótimas alternativas para produtos

fitness, podendo ser ingredientes de barras de proteína ou utilizadas sozinhas como suplemento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia Celular e Molecular**. 9. ed. [s.l.: s.n.]. v. 1

ACOSTA-ESTRADA, B. A. et al. Benefits and Challenges in the Incorporation of Insects in Food Products. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, p. 1–21, 30 jun. 2021.

ALBREKTSSON, O. **Ir really bugs me... Uma análise sensorial descritiva de sete insetos comestíveis**. Örebro: Universidade de Örebro, 8 jun. 2017.

ALVIM, M. **Farinha de grilo e barrinhas de besouros: estes brasileiros apostam em insetos como alimento**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-45634248>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

AMORIM, D. DE S. **O Lugar dos Insetos na Biodiversidade**. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/artigos/o-lugar-dos-insetos-na-biodiversidade/>>. Acesso em: 29 out. 2023.

ANDRADE, P. **Consumo de insetos comestíveis vem crescendo no Brasil**. Disponível em: <<https://noticiasconcursos.com.br/consumo-de-insetos-comestiveis-vem-crescendo-no-brasil/>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

ARAÚJO, R. R. S. et al. Nutritional composition of insects *Gryllus assimilis* and *Zophobas morio*: Potential foods harvested in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 76, p. 22–26, 1 mar. 2019.

ASCHNER, J. L.; ASCHNER, M. Nutritional aspects of manganese homeostasis. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 26, n. 4- 5 SPEC. ISS., p. 353–362, ago. 2005.

ATOWA, C. O. et al. Nutritional values of *Zonocerus variegatus*, *Macrotermes bellicosus* and *Cirina forda* insects: Mineral composition, fatty acids and amino acid profiles. **Scientific African**, v. 12, p. 1–10, 1 jul. 2021.

AUERSWALD, L.; LOPATA, A. Insects - Diversity and allergy. **Current Allergy & Clinical Immunology**, v. 18, p. 58–60, jun. 2005.

BAMIDELE, J. A. et al. Nutritional composition of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera: Apidae) from three ecological zones of Nigeria. **Journal of Apicultural Research**, v. 60, n. 3, p. 445–456, 2021.

BANDEIRA, F. et al. **Endocrinologia e Diabetes**. 3. ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2015. v. 1

BARENNE, H.; PHIMMASANE, M.; RAJAONARIVO, C. Insect consumption to address undernutrition, a national survey on the prevalence of insect consumption among adults and vendors in Laos. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, p. e0136458, 28 ago. 2015.

BARLETTA, B.; PINI, C. Does occupational exposure to insects lead to species-specific sensitization? **Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 58, n. 9, p. 868–870, 1 set. 2003.

BARRA DE PROTEÍNA (BARRINHA DE PROTEÍNA) - GROWTH SUPPLEMENTS. Disponível em: <<https://www.gsuplementos.com.br/barra-de-proteina-growth-supplements>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

BARRA, K. et al. Nutrição Oxidative stress: concept, implications and modulating factors. **Rev. Nutr**, v. 23, n. 4, p. 629–643, jul. 2010.

BARROSO, W. K. S. et al. Brazilian guidelines of hypertension - 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021.

BHULAIKOK, S. et al. Nutritional and fatty acid profiles of sun-dried edible black ants (*Polyrhachis vicina* Roger). **Maejo International Journal of Science and Technology**, v. 4, n. 1, p. 101–112, 2010.

BISCONSIN-JÚNIOR, A. et al. “Food made with edible insects”: Exploring the social representation of entomophagy where it is unfamiliar. **Appetite**, v. 173, p. e106001, jun. 2022.

BIVONA, J. J.; PATEL, S.; VAJDY, M. Induction of cellular and molecular Immunomodulatory pathways by vitamin E and vitamin C. **Expert Opinion on Biological Therapy**, v. 17, n. 12, p. 1539–1551, 2 dez. 2017.

BOGDAN, A. R. et al. Regulators of Iron Homeostasis: New Players in Metabolism, Cell Death, and Disease. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 41, n. 3, p. 274–286, 1 mar. 2016.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 49, DE 31 DE OUTUBRO DE 2013 - Dispõe sobre a regularização para o exercício de atividade de interesse sanitário do microempreendedor individual, do empreendimento familiar rural e do empreendimento econômico solidário e dá outras providências.**

BRESINSKY, A. et al. **Strasburger Lehrbuch der Botanik, 36th Edition**. 36. ed. Porto Alegre: Springer Science+Business Media, 2012. v. 1

CABRAL, U. **Área agrícola cresce em dois anos e ocupa 7,6% do território nacional**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27207-area-agricola-cresce-em-dois-anos-e-ocupa-7-6-do-territorio-nacional>>. Acesso em: 31 ago. 2022.

ÇABUK, B. Influence of grasshopper (*Locusta Migratoria*) and mealworm (*Tenebrio Molitor*) powders on the quality characteristics of protein rich muffins: nutritional, physicochemical, textural and sensory aspects. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15, n. 4, p. 3862–3872, 1 ago. 2021.

CARDOSO, M. A.; SCAGLIUSI, F. B. **Nutrição e Dietética**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan LTDA., 2019. v. 1

CARR, A. C.; MAGGINI, S. Vitamin C and immune function. **Nutrients**, v. 9, n. 11, p. 1–25, 1 nov. 2017.

CESAR PALHARES, J. P. **Consumo de água na produção animal**. São Carlos: [s.n.].

CHARLTON, A. J. et al. Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 1, n. 1, p. 7–16, 2015.

Chocolate Ao Leite Hershey's - 92g. Disponível em: <https://www.hersheys.com.br/barra-hershey-s-ao-leite-92g-4000202_uni_pai/p>. Acesso em: 11 dez. 2022.

Circle Harvest - Cricket Corn Chips. Disponível em: <<https://circleharvest.com.au/products/cricket-corn-chips-protein-snack>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

COICO, R.; SUNSHINE, G. **Imunologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: John Wiley & Sons, Inc., 2009. v. 1

CONTE, F. L. et al. Propolis from southeastern Brazil produced by *Apis mellifera* affects innate immunity by modulating cell marker expression, cytokine production and intracellular pathways in human monocytes. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 73, n. 2, p. 135–144, 15 out. 2021.

Cookies Chocolate Bauducco. Disponível em: <<https://www.bauducco.com.br/produtos/cookies-chocolate>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

COSTA-NETO, E. M. Anthro-entomophagy in Latin America: An overview of the importance of edible insects to local communities. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 1, n. 1, p. 17–23, 15 dez. 2015.

COSTA-NETO, E. M. Edible insects in Latin America: Old challenges, new opportunities. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 2, n. 1, p. 1–2, 2016.

CUKIER, C.; CUKIER, V. **Macro e micronutrientes em nutrição clínica**. [s.l.] Editora Manole, 2020. v. 1

CUPPARI, L. **Nutrição clínica no adulto**. 4. ed. Barueri: Editora Manole Ltda., 2019. v. 1

DA ROCHA ROMERO, A. B.; DA SILVA LIMA, F.; COLLI, C. Mg status in inflammation, insulin resistance, and associated conditions. **Nutrire**, v. 42, n. 1, p. 1–7, 1 dez. 2017.

DE BAAIJ, J. H. F.; HOENDEROP, J. G. J.; BINDELS, R. J. M. Regulation of magnesium balance: Lessons learned from human genetic disease. **CKJ: Clinical Kidney Journal**, v. 5, n. SUPPL. 1, p. i15–i24, fev. 2012.

DE MATOS, F. M. et al. Production of black cricket protein hydrolysates with α -amylase, α -glucosidase and angiotensin I-converting enzyme inhibitory activities using a mixture of proteases. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 39, 1 jan. 2022.

DELECAVE, B. **Insetos e a Biodiversidade**. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/biodiversidade/insetos-e-a-biodiversidade/>>. Acesso em: 29 out. 2023.

Ecological Food. Disponível em: <<http://icorpsbrasil.com.br/ecological-food/>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

EGONYU, J. P. et al. Global overview of locusts as food, feed and other uses. **Global Food Security**, v. 31, p. e100574, 1 dez. 2021.

EKOP; AND AKPAN, A. I. Proximate and anti-nutrient composition of four edible insects in Akwa Ibom State, Nigeria. **Nigeria World Journal of Applied Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 224–231, 2010.

ELHASSAN, M. et al. Quality aspects of insects as food-Nutritional, sensory, and related concepts. **Foods**, v. 8, n. 3, 1 mar. 2019.

ESTEVEZ, E. A. et al. Dietary calcium intake and adiposity in adult women. **Rev. Nutr., Campinas**, v. 23, n. 4, p. 543–552, jul. 2010.

FAO. **Online Edition: “Combined Compendium of Food Additive Specifications”**. Disponível em: <<https://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/jecfa-additives/detail/en/c/394/>>. Acesso em: 19 dez. 2022.

FIALHO, A. T. S. et al. Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. v. 73, n. 2, p. 539–542, 2021a.

FIALHO, A. T. S. et al. Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 73, n. 2, p. 539–542, 14 dez. 2021b.

FINKE, M. D.; OONINCX, D. Insects as Food for Insectivores. Em: **Mass Production of Beneficial Organisms: Invertebrates and Entomopathogens**. [s.l.] Elsevier Inc., 2013. v. 1p. 583–616.

FOGANG MBA, A. R. et al. Edible caterpillars of *Imbrasia truncata* and *Imbrasia epimethea* contain lipids and proteins of high potential for nutrition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 79, p. 70–79, 1 jun. 2019.

Fucibo - CHIPS WITH INSECT POWDER. Disponível em: <<https://fucibo.com/products-with-insect-powder/corn-chips-with-insect-powder/>>.

Acesso em: 3 jul. 2022.

G1 CAMPINAS E REGIÃO. **Chef propõe receitas com insetos como fonte alternativa de proteína**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2016/07/chef-propoe-receitas-com-insetos-como-fonte-alternativa-de-proteina.html#:~:text=Para%20ajudar%20os%20interessados%20em,com%20grilos%20e%20formigas.>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

GAO, Y. et al. Enantiomerization and enantioselective bioaccumulation of metalaxyl in *tenebrio molitor* larvae. **Chirality**, v. 26, n. 2, p. 88–94, fev. 2014.

GHOSH, S. et al. Nutritional Composition of *Apis mellifera* Drones from Korea and Denmark as a Potential Sustainable Alternative Food Source: Comparison Between Developmental Stages. **MDPI**, p. 1–16, 27 mar. 2020.

GHOSH, S. et al. Chemical Composition and Nutritional Value of Different Species of *Vespa* Hornets. **MDPI**, v. 10, p. 418, 14 fev. 2021.

GLOBAL MARKET INSIGHTS. **Edible Insects Market Size By Product (Beetles, Caterpillars, Grasshoppers, Bees, Wasps, Ants, Scale Insects & Tree Bugs), By Application (Flour, Protein Bars, Snacks), Industry Analysis Report, Regional Outlook, Application Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2020 – 2026**. Disponível em: <<https://www.gminsights.com/industry-analysis/edible-insects-market>>. Acesso em: 7 jul. 2022.

GOMES, W. J.; POMERANTZEFF, P. M. A.; MOURA, H. V. DE. Síndrome da resposta inflamatória sistêmica na circulação extracorpórea: papel das interleucinas. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, p. 376–386, 2001.

GUARALDO. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

GUEDES VILAS BOAS, L. **CAPITALISMO, DESIGUAL DISTRIBUIÇÃO DE ALIMENTOS E FOME OCULTA.** 2014.

HABER, M. et al. The influence of grasshopper (*Schistocerca gregaria*) powder enrichment on bread nutritional and sensorial properties. **LWT**, v. 115, 1 nov. 2019.

HAJE, L.; DOEDERLEIN, N. **Ministro reitera que foi pego de surpresa com corte de 92% das verbas para Ciência e Tecnologia.** Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/815978-ministro-reitera-que-foi-pego-de-surpresa-com-corte-de-92-das-verbas-para-ciencia-e-tecnologia/>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

Hakkuna. Disponível em: <<https://hakkuna.com/produtos/>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

HAMMOUD MAHDI, D. et al. Chemical Profile and Antimicrobial Activity of the Fungus-Growing Termite Strain *Macrotermes Bellicosus* Used in Traditional Medicine in the Republic of Benin. **Molecules (Basel, Switzerland)**, v. 25, n. 21, p. 1–14, 29 out. 2020.

HANDLEY, M. A. et al. Globalization, binational communities, and imported food risks: Results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. **American Journal of Public Health**, v. 97, n. 5, p. 900–906, maio 2007.

HANSON, C. et al. **5 Takeaways on Cropland Expansion and What It Means for People and the Planet.** Disponível em: <https://www.wri.org/insights/cropland-expansion-impacts-people-planet?utm_medium=referral+&utm_source=lclabpg&utm_campaign=landcarbonlab>. Acesso em: 10 dez. 2023.

HARDY, A. et al. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed EFSA Scientific Committee. **EFSA Journal**, p. 1–60, 8 out. 2015.

HE, Y. et al. Effects of dietary fiber on human health. **Food Science and Human Wellness**, v. 11, p. 1–10, 10 jan. 2022.

HELEN SOTERIOU; WILL SMALE. **Por que você pode ter comido insetos durante toda a vida - sem saber.** Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-43958618>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

- HIGA, J. E.; RUBY, M. B.; ROZIN, P. Americans' acceptance of black soldier fly larvae as food for themselves, their dogs, and farmed animals. **Food Quality and Preference**, v. 90, p. e104119, 1 jun. 2021.
- HOU, L. et al. Antibacterial activity and in vitro anti-tumor activity of the extract of the larvae of the housefly (*Musca domestica*). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 2, p. 227–231, 4 maio 2007.
- HUIS, A. VAN et al. **Edible insects future prospects for food and feed security**. Roma: [s.n.]. v. 171
- Innocect - Cricket Protein Matcha**. Disponível em: <<https://innocect.com/>>. Acesso em: 3 jul. 2022.
- INPE. **Variação mensal da área do projeto DETER**. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/alerts/legal/amazon/aggregated/>>. Acesso em: 9 fev. 2023.
- JAJIĆ, I. et al. Changes in the chemical composition of the yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.) reared on different feedstuffs. **The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition**, v. 31, p. 191–200, 30 mar. 2022.
- JEONG, H. et al. Nutritional Value of the Larvae of the Alien Invasive Wasp *Vespa velutina nigrithorax* and Amino Acid Composition of the Larval Saliva. **MDPI**, v. 9, n. 7, p. 1–12, 1 jul. 2020.
- JESÚS, R. et al. EXPLORING THE FOOD AND NUTRITIONAL POTENTIAL OF THREE EDIBLES AMAZONIAN ARTHROPODS. **Revista Etnobiologia**, v. 15, p. 26–31, abr. 2017.
- JOHNSON, N. et al. Genome-wide association mapping of lentil (*Lens culinaris* Medikus) prebiotic carbohydrates toward improved human health and crop stress tolerance. **Nature Portfolio**, v. 11, n. 1, p. 1–12, 2021.
- JONGEMA. **Number of edible species recorded in Latin American countries (Jongema, 2014)**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Number-of-edible-species-recorded-in-Latin-American-countries-Jongema-2014_tbl1_299267408>. Acesso em: 3 jul. 2022.
- JONG-YIL, C. et al. Foodborne Intestinal Flukes in Southeast Asia. **Korean J Parasitol**, v. 47, p. s69–s102, out. 2009.
- KAPLAN, J.; WARD, D. M. The essential nature of iron usage and regulation. **Current Biology**, v. 23, p. r642–r647, 18 nov. 2013.

KINYURU, J. N. Nutrient content and lipid characteristics of desert locust (*Schistocerca gregaria*) swarm in Kenya. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 41, n. 3, p. 1993–1999, 1 set. 2021.

KOUŘIMSKÁ, L.; ADÁMKOVÁ, A. Nutritional and sensory quality of edible insects. **NFS Journal**, v. 4, p. 22–26, 1 out. 2016.

KULMA, M. et al. Effect of developmental stage on the nutritional value of edible insects. A case study with *Blaberus craniifer* and *Zophobas morio*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 92, p. e103570, 1 set. 2020.

KUREČKA, M. et al. Larvae and pupae of *Alphitobius diaperinus* as promising protein alternatives. **European Food Research and Technology**, v. 247, n. 10, p. 2527–2532, 1 out. 2021.

LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. v. 1

LAUTENSCHLÄGER, T. et al. Impact of different preparations on the nutritional value of the edible caterpillar *Imbrasia epimethea* from northern Angola. **European Food Research and Technology**, v. 243, n. 5, p. 769–778, 1 maio 2017.

LE, T. N. et al. Asian hornet *Vespa velutina nigrithorax* venom: Evaluation and identification of the bioactive compound responsible for human keratinocyte protection against oxidative stress. **Toxicon**, v. 176, p. 1–9, 1 mar. 2020.

LICEAGA, A. M. Processing insects for use in the food and feed industry. **Current Opinion in Insect Science**, v. 48, p. 32–36, 1 dez. 2021.

LIU, S. et al. Antioxidant activity and phenolic compounds of *Holotrichia parallela* Motschulsky extracts. **Food Chemistry**, v. 134, n. 4, p. 1885–1891, 15 out. 2012.

LIU, X. et al. Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly. **PLOS ONE**, v. 12, n. 8, p. e0182601, 10 ago. 2017.

LU, J. et al. Probing the antioxidant activity of functional proteins and bioactive peptides in *Hermetia illucens* larvae fed with food wastes. **Nature Portfolio**, v. 12, p. 1–10, 2022.

Macarrão Renata Ovos Caracolino. Disponível em: <<https://renata.com.br/produto/macarrao-renata-ovos-caracolino>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

MATHEW, S. E.; SHAKAPPA, D. A review of the nutritional and antinutritional constituents of chickpea (*Cicer arietinum*) and its health benefits. **Crop and Pasture Science**, v. 73, n. 4, p. 401–414, 3 mar. 2022.

MEHDI, I. EL et al. Chemical, Cytotoxic, and Anti-Inflammatory Assessment of Honey Bee Venom from *Apis mellifera intermissa*. **MDPI**, v. 10, p. 2–16, 2021.

MONTEIRO, L. **Insetos na alimentação: a espera de autorização**. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/bem-viver/2021/02/14/interna_bem_viver,1236860/insetos-na-alimentacao-a-espera-de-autorizacao.shtml>. Acesso em: 3 jul. 2022.

MORAES, B. M.; FERNANDES, L. **O PROMISSOR MERCADO DE INSETOS COMESTÍVEIS**. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/putz-grila-insetos-na-comida/>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

MOTTA, V. T. **Bioquímica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2011. v. 1

MUREFU, T. R. et al. Safety of wild harvested and reared edible insects: A review. **Food Control**, v. 101, p. 209–224, 1 jul. 2019.

MURRAY, C. J. et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. **The Lancet**, v. 399, n. 10325, p. 629–655, 12 fev. 2022.

NAIME, R. **Entomofagia, o consumo de insetos por seres humanos**. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2019/12/05/entomofagia-o-consumo-de-insetos-por-seres-humanos-artigo-de-roberto-naime/#:~:text=Em%20m%C3%A9dia%20insetos%20podem%20converter,do%20que%20a%20pecu%C3%A1ria%20convencional.>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger principles of biochemistry, 7th edition**. 7. ed. Porto Alegre: GRUPO A EDUCAÇÃO S.A., 2019. v. 1

OJHA, S. et al. Bioavailability of nutrients from edible insects. **Current Opinion in Food Science**, v. 41, p. 240–248, out. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Antimicrobial resistance**. Disponível em: <<https://www.who.int/health-topics/antimicrobial-resistance>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

ORTIZ, E. **Meat, taxes, and the sustainability of the global food system**. Disponível em: <<https://www.equaltimes.org/meat-taxes-and-the-sustainability?lang=en#.YfcJd5rMK5d>>. Acesso em: 3 jul. 2022.

OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. D. **Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements**. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2006.

PAHO; OMS. **Doenças cardiovasculares continuam sendo principal causa de morte nas Américas**. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/noticias/29-9-2021-doencas->

cardiovasculares-continuam-sendo-principal-causa-morte-nas-americas>. Acesso em: 17 jul. 2023.

PENSON, P. E.; PIRRO, M.; BANACH, M. LDL-C: lower is better for longer - even at low risk. **BMC Medicine**, p. 1–6, 2020.

PRÉCOMA, D. B. et al. Updated cardiovascular prevention guideline of the Brazilian society of cardiology – 2019. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, n. 4, p. 787–891, 1 out. 2019.

PRINGLES® ORIGINAL CRISPS. Disponível em: <<https://www.pringles.com/us/products/favorites/the-original.html>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

PULLAR, J. M.; CARR, A. C.; VISSERS, M. C. M. The roles of vitamin C in skin health. **MDPI**, v. 9, n. 8, p. 1–27, 12 ago. 2017.

RADOMINSKI, S. C. et al. Brazilian guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. **Revista Brasileira de Reumatologia (English Edition)**, v. 57, p. 452–466, 24 maio 2017.

RAMOS-ELORDUY, J. Anthro-po-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability. **Entomological Research**, v. 39, n. 5, p. 271–288, set. 2009.

RAY, D. K. et al. Crop harvests for direct food use insufficient to meet the UN’s food security goal. **Nature Food**, v. 3, n. 5, p. 367–374, 1 maio 2022.

RIBEIRO, R.; ARAÚJO, S. **AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DA QUALIDADE NUTRICIONAL BIOLÓGICA DA PROTEÍNA DA FARINHA DO GRILO PRETO (Gryllus assimilis) E DAS SUPLEMENTAÇÕES COM METIONINA E FARELO DE TRIGO**. Ouro Preto: UFOP, 2019.

RIVERO PINO, F. et al. Evaluation of: Tenebrio molitor protein as a source of peptides for modulating physiological processes. **Food and Function**, v. 11, n. 5, p. 4376–4386, 1 maio 2020.

ROMANI, A. M. P. Cellular magnesium homeostasis. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 512, n. 1, p. 1–23, 1 ago. 2011.

ROMEIRO, E. T.; OLIVEIRA, I. D. DE; CARVALHO, E. F. Insetos como alternativa alimentar artigo de revisão. **Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, v. 4, p. 1–21, set. 2015.

ROY, F.; BOYE, J. I.; SIMPSON, B. K. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 432–442, mar. 2010.

SAATH, K. C. DE O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da Demanda Mundial de Alimentos e Restrições do Fator Terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195–212, 1 abr. 2018.

SARMENTO, F.; BERNAUD, R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar - Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 57, n. 6, p. 397–405, 14 abr. 2013.

SCHARDONG, I. S. et al. Brazilian consumers' perception of edible insects. **Ciência Rural**, v. 49, n. 10, 2019.

SCHWAB, U. et al. Effect of the amount and type of dietary fat on cardiometabolic risk factors and risk of developing type 2 diabetes, cardiovascular diseases, and cancer: a systematic review. **Food & Nutrition Research**, p. 58, 2014.

SCHWALFENBERG, G. K.; GENUIS, S. J. The Importance of Magnesium in Clinical Healthcare. **Scientifica**, v. 2017, p. 1–14, 28 set. 2017.

SHAO, M.-W. et al. Diversity, Bacterial Symbionts and Antibacterial Potential of Gut-Associated Fungi Isolated from the *Pantala flavescens* Larvae in China. **PLOS one**, v. 1, p. 1–10, 19 jul. 2015.

SHEN, L. et al. Nutritional composition of *Polyrhachis vicina* Roger (Edible Chinese black ant). **Assoc. Prof**, p. 107–114, 30 dez. 2006.

SILBERNAGL, S.; LANG, F. **Fisiopatologia Texto e Atlas**. 2. ed. Stuttgart: artmed, 2016. v. 1

SILVA, R. A. DA et al. Resistência a Antimicrobianos: a formulação da resposta no âmbito da saúde global. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 126, p. 607–623, set. 2020.

SILVERTHORN, D. **Human physiology: an integrated approach, 7th edition**. 7. ed. Porto Alegre: Pearson Education, Inc., 2016. v. 1

SIMPANYA, M. F.; ALLOTEY, J.; MPUCHANE, S. F. A Mycological Investigation of *Phane*, an Edible Caterpillar of an Emperor Moth, *Imbrasia belina*. **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 1, p. 137–140, jan. 2000.

SIRACUSA, A. et al. Prevalence of occupational allergy due to live fish bait. **Blackwell Publishing Ltd**, p. 505–510, 1 mar. 2003.

SSEPUUYA, G. et al. Microbial characterisation of the edible grasshopper *Ruspolia differens* in raw condition after wild-harvesting in Uganda. **Food Microbiology**, v. 77, p. 106–117, 1 fev. 2019.

- SUH, H. J. et al. Antioxidant activity of various solvent extracts from *Allomyrina dichotoma* (Arthropoda: Insecta) larvae. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 99, n. 2, p. 67–73, maio 2010.
- TAN, H. S. G. et al. Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. **Food Quality and Preference**, v. 42, p. 78–89, 1 jun. 2015.
- TEFFO, L. S.; TOMS, R. B.; ELOFF, J. N. Preliminary data on the nutritional composition of the edible stink-bug, *Encosternum delegorguei* Spinola, consumed in Limpopo province, South Africa. **South African Journal of Science**, v. 103, p. 434–436, nov. 2007.
- TEIXEIRA, A. B. G. et al. **Alergia alimentar: alimentação, nutrição e terapia nutricional**. [s.l.] Manole, 2021. v. 1
- TOSCANO BATISTA, M.; LIMA, M. L. Who's Eating What With me? Indirect Social Influence on Ambivalent Food Consumption. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 26, p. 113–120, 11 nov. 2005.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Borrer and Delong's introduction to the study of insects**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016. v. 1
- TUNES, S. Insetos comestíveis. **Pesquisa FAPESP**, v. 290, p. 60–67, abr. 2020.
- UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Disponível em: <<https://www.tbca.net.br>>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- VALKO, M. et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **International Journal of Biochemistry and Cell Biology**, v. 39, n. 1, p. 44–84, 4 ago. 2007.
- VAN DER FELLS-KLERX, H. J. et al. Food Safety Issues Related to Uses of Insects for Feeds and Foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 5, p. 1172–1183, 1 set. 2018.
- VIJVER, M. et al. Metal uptake from soils and soil-sediment mixtures by larvae of *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 54, n. 3, p. 277–289, 1 jun. 2003.
- VILLADIEGO, L. **Insect farming is not only good for the environment but is also improving the lives of many farmers in Thailand**. Disponível em: <<https://www.equaltimes.org/insect-farming-is-not-only-good#.Y-Z5-HbMJqM>>. Acesso em: 9 fev. 2023.

- WEGLIICKI, W. B. Hypomagnesemia and inflammation: Clinical and basic aspects. **Annual Review of Nutrition**, v. 32, p. 55–71, ago. 2012.
- WITWISITPONG, M.; TAENG ON, P. Nutrient composition and bioaccumulation of an edible aquatic insect, *Pantala* sp. (Odonata_ Libellulidae) from the rice field. **Program of Bioproducts Science**, p. 1–25, 26 dez. 2021.
- YANG, Q. et al. Nutritional Composition and Protein Quality of the Edible Beetle *Holotrichia parallela*. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 139, p. 1–4, 2014.
- YOGI, A. et al. Transient receptor potential melastatin 7 (TRPM7) cation channels, magnesium and the vascular system in hypertension. **Circulation Journal**, v. 75, n. 2, p. 237–245, fev. 2011.
- ZHANG, Z. et al. Characterization, Antioxidant Activities, and Pancreatic Lipase Inhibitory Effect of Extract From the Edible Insect *Polyrhachis vicina*. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1–13, 7 abr. 2022.
- ZHANG, Z.-S. et al. Mercury, Cadmium and Lead Biogeochemistry in the Soil-Plant-Insect System in Huludao City. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 83, p. 255–259, 12 mar. 2009.
- ZIELIŃSKA, E. et al. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. **Food Research International**, v. 77, p. 460–466, 1 nov. 2015.